



فسيولوجيا الرياضة

نظريات وتطبيقات

د. أحمد نصر الدين سيد



نظريات وتطبيقات فسيولوجيا الرياضة

الدكتور

أحمد نصر الدين سيد

أستاذ فسيولوجيا الرياضة المساعد بقسم علوم الصحة
الرياضية - كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة جامعة حلوان
أستاذ الفسيولوجيا وعلوم الصحة الرياضية المشارك
قسم التربية الرياضية - كلية التربية - جامعة البحرين

الطبعة الأولى
٢٠٠٣/١٤٢٤ م

ملتزم الطبع والنشر

دار الفكر العربي

٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة

ت: ٢٧٥٢٩٨٤ - فاكس: ٢٧٥٢٧٣٥

٦ شارع جواد حسنى - ت: ٣٩٣٠١٦٧

www.darelfikrelarabi.com
INFO@darelfikrelarabi.com

٦١٣,٧ أحمد نصر الدين سيد.
أح ن ظ نظريات وتطبيقات فسيولوجيا الرياضة/ أحمد نصر
الدين سيد. - القاهرة: دار الفكر العربي، ٢٠٠٣.
٢٧٦ ص: إيض؛ ٢٤ سم.
ببليوجرافية: ص ٢٧٣ - ٢٧٦.
تدمك: ٦ - ١٧٩٢ - ١٠ - ٩٧٧.
١ - الفسيولوجيا. ٢ - اللياقة البدنية. أ - العنوان.

التصميم والإخراج الفني

معلي الدين فتحى الشلودى

رقم الإيداع: ٢٠٠٣ / ١٠١٠٥

تنفيذ وطباعة الكتاب: مطبعة البردى بالعاشر من رمضان

٢٠٠٣ / ١٠١٠٥	رقم الإيداع
977 - 10 - 1792 - 6	I. S. B. N الترقيم الدولى

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿... فَأَمَّا الزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَاءً وَأَمَّا مَا يَنْفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِي الْأَرْضِ...﴾ (١٧)

[الرعد]

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

إلهداء...

«إلى والدتي العظيمة... التي أضاءت لي نور العلم».

«وإلى روح والدي الحبيب..

وروح تنقيقي العزيز مصطفى نصر الدين...

رمزا الكفاح والصبر».

«إلى زوجتي وأبنائي: غادة - نهي - محمد - علياء».

أهدي هذا الجهد المتواضع،

أحمد نصر الدين



مقدمة



قدمت جهود التأليف فى مجال فسيولوجيا الرياضة والتدريب قدرا متميزا من المراجع والإصدارات ذات القيمة العلمية الكبيرة التى أفاد منها الدارسون والمدربون، والباحثون ومختلف فئات العاملين فى مجالات التربية البدنية والرياضية، مما استكمل للمكتبة العربية جانبا حيويا فى هذا المجال، وكان لذلك أثره الفاعل فى الارتقاء بالمستوى العلمى للمتخصصين والمهتمين بدراسة هذا العلم.

يحاول الجهد المتواضع فى هذا الكتاب أن يقدم للقارئ دمجا مبسطا للمعلومات والحقائق النظرية لفسيولوجيا الرياضة مرتبطة بطرق القياس والتقويم القابلة للتطبيق العملى والميدانى للمدرب، والذي يمكنه من خلالها الحكم على مستويات اللياقة الفسيولوجية الخاصة بلاعبه دون الحاجة إلى إجراءات معقدة، كما يقدم فى نفس الوقت بعضا من الطرق والإجراءات العملية لفحوص فسيولوجيا الرياضة التى يستطيع أن يجريها الباحث المتخصص فى هذا المجال، ويستطيع الطالب الدارس لبيكالوريوس التربية الرياضية والخريجون فى هذا المجال أن يقوموا بتطبيقها فى المدارس والأندية ومراكز الشباب بشكل محدد يمكنهم من الوقوف على جانب كبير من مؤشرات اللياقة الفسيولوجية.

من الملاحظ أن معظم الطلاب الدارسين لمقرر فسيولوجيا الرياضة فى مختلف أقسام وكليات التربية الرياضية يتعرضون مباشرة لدراسة موضوعات هذا العلم دون معرفتهم السابقة لأسس التدريب الرياضى ومعنى ومكونات حمل التدريب، حيث تأتى دراستهم لمثل هذه الموضوعات فى مقررات أو سنوات دراسية لاحقة لدراسة فسيولوجيا

الرياضة، فى حين تستدعى دراسة هذا العلم ضرورة الوقوف على أسس ومبادئ التدريب الرياضى كقاعدة لفهم التطبيقات المرتبطة به، وهذا ما يحاول تقديمه هذا الكتاب فى فصله الأول كمدخل للدراسة.

واستجابة للهدف الذى يسعى إلى تحقيقه هذا الكتاب فقد تم تقسيم موضوعاته إلى أحد عشر فصلا، يتطرق الفصل الأول منها إلى مدخل النظرية والتطبيق فى فسيولوجيا الرياضة متناولا المفاهيم الأساسية لهذا العلم وبعض مصطلحات فسيولوجيا الرياضة والجهد البدنى، كما يتعرض لشرح موجز لحمل التدريب الرياضى؛ مفهومه وأنواعه ومكوناته والمبادئ الفسيولوجية للتدريب الرياضى.

ويشرح الفصل الثانى من الكتاب حركة الجسم وفسيولوجية الجهاز العصبى العضلى، وأنواع الألياف العضلية وخصائصها الفسيولوجية وتأثير التدريب الرياضى على نوعية الألياف والمستحدث فى هذا الجانب من الدراسة.

ويناقش الفصل الثالث موضوع اللياقة العضلية العصبية كموضوع متكامل من الأداء الوظيفى مركزا على عناصر ثلاثة للياقة هى: القوة العضلية والسرعة والتحمل العضلى، ويتعرض هذا الفصل إلى شرح مفصل لتأثيرات التدريب الرياضى على اللياقة العضلية العصبية يقدمه المؤلف كتلخيص لنتائج العديد من الدراسات والبحوث وعرض المؤلفات والمراجع المتخصصة فى هذا الموضوع، كما يعرض الفصل نماذج متعددة لاختبارات اللياقة العضلية العصبية التى يمكن أن يفيد منها القارئ إلى درجة كبيرة والتى تتراوح ما بين الطرق المختبرية والطرق والوسائل الميدانية التى لا تحتاج إلى تجهيزات خاصة.

ويشرح الفصل الرابع موضوع اللياقة اللاهوائية واختباراتها، بينما يتعرض الفصل الخامس إلى موضوع التغذية كأساس للأداء الإنسانى، وعناصر التغذية وكيفية الاستفادة التطبيقية من دراستها فى المجال الرياضى، ويقدم هذا الفصل توضيحا مفصلا لنظام التعبئة الجليكوجينية والاستفادة منه فى مجال رياضات التحمل، كما يعرض الآثار الجانبية ومساوئ استخدام هذا النظام مع تقديم النظام المعدل والبديل له، ويعرض الإرشادات الخاصة بتناول الأغذية والوسائل عند ممارسة الرياضة.

ويربط الفصل السادس من الكتاب موضوع التغذية بمجال الطاقة؛ نظرياتها وطرق الاستفادة منها في المجال الرياضي، بينما يعرض الفصل السابع من الكتاب موضوع الجهد البدني وفسولوجية الغدد الصماء مع توضيح استجابات الهرمونات للجهد البدني على نحو مفصل.

ويعرض الفصل الثامن فسيولوجية الجهاز القلبي الوعائي: القلب والأوعية الدموية وفسولوجية وتركيب الدم واستجاباتها للجهد البدني، ويعرض الفصل الإجراءات التطبيقية لقياسات ضغط الدم ومعدل النبض وكيفية تقدير حجم الدفع القلبي في خطوات مبسطة للقارئ.

ويقدم الفصل التاسع موضوع العمليات التنفسية وارتباطاتها بالجهد البدني ومؤشرات اللياقة الخاصة بذلك، ويتناول الفصل العاشر نظريات اللياقة الهوائية واختباراتها التطبيقية المباشرة وغير المباشرة، مع تعريف القارئ بطرق وأسس إجراء هذه القياسات وكيفية تقويم النتائج الخاصة بها.

ويختتم الكتاب موضوعاته بالفصل الحادي عشر الذي يعرض شرحا مفصلا لموضوع التركيب الجسمي والقياسات الأنثروبومترية للرياضيين محاولا تعريف القارئ بأهم مكونات التركيب الجسمي وطرق تقدير كل من الكتلة العضلية والعظمية والدهنية بالجسم، مع توضيح القياسات النموذجية الخاصة بذلك، وطرق تقويم النتائج المرتبطة بقياسات الرياضيين وغير الرياضيين.

وحيث يمثل هذا الكتاب جهدا علميا متواضعا، ومحاولة مخلصة لاستكمال بعض الجوانب التي يسعى إليها كل من الدارس والمدرّب والباحث المتخصص في هذا المجال؛ لذا يكون الأمل في أن يحظى مجمل ما وضع بهذا الكتاب بالتوفيق من الله سبحانه وتعالى، وأن ينال قبول القارئ العربي في كل مكان.

والله ولي التوفيق،

المؤلف

الصفحة

الموضوع

٥

مقدمة

الفصل الأول

- ١٧ مدخل إلى النظرية والتطبيق في فسيولوجيا الرياضة
- ١٩ أولا - المفاهيم الأساسية
- ٢٠ ثانيا - مصطلحات فسيولوجيا الرياضة والجهد البدني
- ٢٤ ثالثا - حمل التدريب الرياضي : أنواعه - مكوناته - درجاته
- ٢٨ رابعا - المبادئ الفسيولوجية للتدريب الرياضي

الفصل الثاني

- ٣٣ حركة الجسم وفسيولوجية الجهاز العصبي العضلي
- ٣٥ - مقدمة
- ٣٦ - العضلات الهيكلية وحركة الجسم
- ٣٨ - الانقباض العضلي البسيطة والعوامل المؤثرة عليها
- ٤١ - التعب العضلي
- ٤٣ - الألم العضلي
- ٤٣ - التقلص العضلي
- ٤٤ - النعمة العضلية للجسم
- ٤٤ - الوحدة الحركية والاتصال العصبي العضلي
- ٤٦ - الاتصال العصبي العضلي

- ٤٧ - أنواع الألياف العضلية وخصائصها الفسيولوجية
- ٥١ - تأثير التدريب الرياضى على نوعية الألياف العضلية
- ٥٢ - أشكال الانقباض العضلى وأنواعه

الفصل الثالث

اللياقة العضلية العصبية واختباراتها

- ٥٧ - معنى ومفهوم اللياقة العضلية العصبية
- ٥٩ أولا - القوة العضلية: أنواعها- العوامل الفسيولوجية المؤثرة عليها
- ٦٢ ثانيا - السرعة: أنواعها- العوامل الفسيولوجية المؤثرة عليها
- ٦٣ ثالثا - التحمل العضلى: أنواعه- العوامل الفسيولوجية المؤثرة عليها
- ٦٤ - تأثيرات التدريب الرياضى على اللياقة العضلية العصبية
- ٦٩ - اختبارات اللياقة العضلية العصبية
- ٧٠ أولا - اختبار عينة النسيج العضلى Muscular Biopsy Test
- ٧١ ثانيا - اختبار قوة الانقباض العضلى (القوة العضلية)
- ٧١ ١- قياس قوة القبضة
- ٧٤ ٢- استخدام اختبار قوة القبضة فى قياس التحمل العضلى
- ٧٤ ٣- قياس قوة عضلات الظهر
- ٧٤ ٤- قياس قوة عضلات الرجلين
- ٧٥ ٥- اختبار القوة العضلية بطريقة البولى - دينا مومتري
- ٧٧ - القوة الكلية والقوة النسبية
- ٧٨ - تقييم مستويات القوة العضلية
- ٧٨ ثالثا - اختبارات معدل التردد الحركى

الفصل الرابع

- ٨٣ نظريات وتطبيقات اللياقة اللاهوائية واختباراتها
- ٨٥ - اللياقة اللاهوائية
- ٨٦ أولا - العناصر البدنية المرتبطة بنظام الطاقة الفوسفاتى
- ٨٦ ثانيا - العناصر البدنية المرتبطة بنظام طاقة حامض اللاكتيك
- ٨٦ - أنواع القدرات اللاهوائية
- ٨٧ - عجز الأكسجين - الدين الأكسجيني
- ٨٨ - اختبارات اللياقة اللاهوائية
- ٨٨ ١- الاختبارات التى تقيس القدرة اللاهوائية
- ٢- الاختبارات التى تقيس السعة اللاهوائية (القصيرة- المتوسطة- الطويلة)
- ٨٨
- ٩٠ ثالثا - الاختبارات اللاهوائية الطويلة
- طريقة استخدام اختبار «سارجنت» ومعادلة «لويس» لتحديد
- ٩٠ القدرة اللاهوائية القصوى
- ٩٣ - اختبار الدرج «المارجريا- كلامن»

الفصل الخامس

- ٩٩ التغذية: أساس الأداء الإنسانى - تطبيقات فى المجال الرياضى
- التغذية والجهد البدنى (البروتينات - الكربوهيدرات - الدهون -
- ١٠٣ الأملاح المعدنية- الماء- الفيتامينات)
- نظام التعبئة الجليكوجينية (التحميل بالكربوهيدرات) وتطبيقاته فى
- ١٠٦ المجال الرياضى

- ١٠٧ - الآثار الجانبية لنظام التعبئة الجليكوجينية - النظام المعدل للتعبئة الجليكوجينية
- ١٠٨ - التوجيهات الخاصة بتناول واستخدام الكربوهيدرات في المجال الرياضي
- ١١٠ - فسيولوجية العطش والتوازن المائي
- ١١١ - تغيرات البول وتأثيرات الجهد البدني على وظائف الكلى
- ١١٤ - النصائح العلمية والتوجيهات الخاصة بشرب الماء والسوائل أثناء التدريب
- ١١٥ - إرشادات الوجبة الغذائية قبل المباراة
- ١١٧ - الخطة العملية لتغذية الرياضيين (مرحلة الملاحظة - مرحلة التحليل - مرحلة التنفيذ)

الفصل السادس

- ١٢١ نظريات وتطبيقات استخدام الطاقة في المجال الرياضي
- ١٢٣ - مقدمة
- ١٢٣ - تعريف الطاقة - الطاقة المكتسبة والطاقة المفقودة
- ١٢٦ - مصادر الطاقة اللازمة للانقباض العضلي
- ١٢٧ - الرياضة ونظم انتاج الطاقة
- ١٣٢ - تقسيم الأنشطة الرياضية وفقا لاحتياجات الطاقة
- ١٣٤ - دراسة تحليل الوقت والحركة TMA لأنظمة الطاقة السائدة
- ١٣٩ - استعادة استشفاء مصادر الطاقة
- ١٤٠ - تأثير التدريب الرياضي على إنتاجية الطاقة

الفصل السابع

- ١٤٣ **الجهد البدني وفسولوجية الغدد الصماء**
- ١٤٥ - أنواع الغدد الصماء ووظائفها بجسم الإنسان
- ١٤٨ - الهرمونات
- الحقائق المهمة المرتبطة بدراسة الهرمونات وتأثيرات الجهد البدني
- ١٤٨ عليها
- ١٥٠ - استجابات الهرمونات للجهد البدني
- تأثير نشاط الهرمونات على التركيب الجسمي والأداء الفسيولوجي
- ١٥٤ للرياضيين

الفصل الثامن

- ١٥٧ **فسولوجية الجهاز القلبي الوعائي**
- ١٥٩ - الجهاز القلبي الوعائي: تركيبه ووظائفه
- ١٦١ - التركيب التشريحي لعضلة القلب
- ١٦٢ - الخصائص الفسيولوجية لعضلة القلب
- ١٦٤ - الدورة القلبية
- ١٦٥ - معدل نبض القلب
- ١٦٦ - العوامل المؤثرة على معدل النبض
- ١٧٠ - الأوعية الدموية - الدورة الدموية
- ١٧٣ - ديناميكية الدم - ضغط الدم
- ١٧٣ - العوامل الفسيولوجية المؤثرة على ضغط الدم

- ١٧٦ - استجابات الجهاز القلبي الوعائي لتأثيرات الجهد البدني والتدريب
- ١٧٦ أولا - استجابات معدل النبض
- ١٧٨ ثانيا - الاستجابة والتكيف في حجم القلب
- ١٨٥ ثالثا - استجابات حجم الدفع القلبي
- ١٨٩ - الإجراءات العملية لقياس معدل النبض
- ١٩٠ - تطبيقات قياس ضغط الدم
- ١٩١ - تطبيقات تقدير حجم الدفع القلبي
- ١٩٣ - فسيولوجية وتركيب الدم
- ١٩٣ - تركيب الدم
- ١٩٣ - تركيب بلازما الدم - وظائف بلازما الدم
- ١٩٧ - كرات وخلايا الدم الحمراء
- ١٩٩ - كرات وخلايا الدم البيضاء
- ١٩٩ - الصفائح الدموية

الفصل التاسع

العمليات التنفسية والجهد البدني

- ٢٠١ - مقدمة
- ٢٠٣ - مستويات التنفس
- ٢٠٣ - مؤشرات لياقة الجهاز التنفسي للأشخاص الأصحاء البالغين
- ٢٠٥ - الجهد البدني والاستجابات الفورية لوظائف التنفس
- ٢٠٩ - تكيف العمليات التنفسية للجهد البدني
- ٢١١

الفصل العاشر

- ٢١٥ نظريات اللياقة الهوائية واختباراتها التطبيقية
- ٢١٧ - اللياقة الهوائية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين
- ٢١٨ - مؤشرات اللياقة الهوائية
- ٢١٩ - طرق قياس اللياقة الهوائية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين
- ٢١٩ - الطريقة المباشرة
- ٢٢ - الطرق غير المباشرة

الفصل الحادى عشر

- ٢٤٣ التركيب الجسمى القياسات الأنثروبومترية للرياضيين
- ٢٤٥ أولا - دهن الجسم
- ٢٤٧ ثانيا - كتلة الجسم بدون الدهن
- ٢٥١ - تقدير التركيب الجسمى بحساب مؤشر كتلة الجسم BMI
- ٢٥٤ - القياسات الأنثروبومترية للرياضيين
- ٢٥٤ - معنى القياس الأنثروبومتري وأهميته
- ٢٥٥ - أسس إجراء القياسات الأنثروبومترية
- ٢٥٦ - القياسات الأنثروبومترية الأكثر استخداما فى المجال الرياضى
- ٢٦٣ - إجراءات تقدير وزن الهيكل العظمى
- ٢٧٣ - مراجع الكتاب

الفصل الأول

مدخل إلى النظرية والتطبيق فى فسيولوجيا الرياضة

Introduction to Theory and Application in Sport's Physiology



أولاً: المفاهيم الأساسية

ثانياً: مصطلحات فسيولوجيا الرياضة والجهد البدنى

ثالثاً: حمل التدريب الرياضى Athletic Load Training

أنواعه - مكوناته - درجاته

رابعاً: المبادئ الفسيولوجية للتدريب الرياضى

Physiological Principles of Athletic Training



أولاً: المفاهيم الأساسية:

الحركة التى نقوم بها فى حياتنا اليومية من نشاطات روتينية اعتيادية، تمرينات بدنية ورياضات متنوعة، يمكن حصرها والتعبير عنها فى صورة كم من الجهد البدنى الذى يختلف فى مقداره وفيما يستلزمه من عمليات فسيولوجية تقوم بها أعضاء وأجهزة الجسم المختلفة، ولقد ساهم علم فسيولوجيا الرياضة والتمرين Exercise and Sport Physiology منذ البدايات الأولى للاهتمام به فى نهاية القرن التاسع عشر ومطلع القرن العشرين فى إلقاء الضوء على العديد من العمليات الفسيولوجية المرتبطة بنشاط الجسم وحركته، وقدمت المعلومات التى أمكن الحصول عليها فى هذا الجانب إسهاما حقيقيا فى تطوير عمليات التدريب الرياضى وتقنين أحمال التدريب للاستفادة من تأثيراتها الإيجابية إلى أقصى حد ممكن، وجاء مدلول الاستفادة من تلك المعلومات فى حجم الإنجاز البشرى الذى فاق كل التصورات خلال المسابقات والبطولات العالمية التى تحطمت فيها العديد من الأرقام القياسية لأبطال الرياضة خلال القرن العشرين وبدايات القرن الحادى والعشرين بالدورة الأولمبية بسيدنى فى العام ٢٠٠٠م وما تلاها من بطولات قارية ودولية.

وينبثق علم فسيولوجيا الرياضة والتمرين من علم الفسيولوجيا العام General Physiology وتحديدًا من علم فسيولوجيا المجموعات الخاصة التى من أهمها فسيولوجيا الإنسان Human Physiology ، والجدير بالذكر أن الفسيولوجيا - أساسا - هى أحد فروع علم الحياة «البيولوجى» Biology الذى يتناول دراسة الكائنات الحية بشكل عام؛ تكوينها التشريحي ووظائف أعضائها المختلفة ومجمل العوامل التى ترتبط بأوجه حياة تلك الكائنات وتؤثر فيها.

ونظرا لأن موضوعات هذا الكتاب تتناول بشكل رئيسى مختلف النظريات والتطبيقات المرتبطة بدراسة تأثيرات أداء الجهد البدنى على فسيولوجية الجسم البشرى، وتسلط مزيدا من الضوء على تأثيرات عملية التدريب الرياضى وأحمال التدريب المستخدمة فى مجال الرياضة التنافسية وتأثيراتها، كما تقدم فكرة موضحة لكيفية الاستفادة التطبيقية من دراسة الموضوعات الواردة بالكتاب وإجراء الاختبارات الفسيولوجية اللازمة مع إيضاح دلالات التقويم الخاصة بها؛ لذا رأينا أن نضع بين يدي

القارئ بعض التمهيد لمتابعة موضوعات الكتاب من خلال عرض تقديمي لعدد من المفاهيم والمصطلحات التي قد تساعد القارئ أو الباحث أو المدرب في فهم أفضل لموضوعات الكتاب، ومن خلال خبراتنا الأكاديمية، وكذلك من خلال قيامنا بتحليل عدد كبير من خطط الدراسة الجامعية لأقسام وكليات التربية الرياضية، لاحظنا بأن طلاب مرحلة بكالوريوس التربية الرياضية في عدد كبير من الأقسام والكليات المتخصصة بالمنطقة العربية يتعين لهم دراسة مقررات فسيولوجيا الرياضة قبل أن يكونوا على علم ودراية جيدة بدراسة علم التدريب الرياضى، ومعنى ومفهوم عملية التدريب، وما يرتبط بدراساتها من أسس ونظريات ومفاهيم تتطرق لأحمال التدريب ومكونات اللياقة البدنية وعناصرها المختلفة إلى غير ذلك من الموضوعات...، ولذا فقد حاولنا بداية تضمن الفصل الأول للكتاب لهذا الموضوع تسهila للقارئ.

ثانياً: مصطلحات في فسيولوجيا الرياضة والجهد البدني:

١- الفسيولوجى Physiology علم وظائف الأعضاء:

هو العلم الذى يعنى بدراسة جميع الوظائف الحيوية لأعضاء وأجهزة الجسم، وكيفية عمل كل منها، العلاقة التنظيمية التي تربط وظائف الأجهزة الحيوية بالجسم بعضها البعض وتأثير العوامل الداخلية والخارجية على تلك الوظائف.

٢- فسيولوجيا التمرين: Exercise Physiology

فسيولوجيا الرياضة: Sport Physiology

هو العلم الذى يدرس التغيرات الفسيولوجية التي تحدث لأجهزة الجسم الحيوية وأعضائه المختلفة تحت تأثير الجهد البدني المؤدى لمرة واحدة كاستجابة مباشرة Direct Response أو كنتيجة للأداء المتكرر للجهد البدني والانتظام في عمليات التدريب الرياضى أو ممارسة الرياضة لفترات طويلة - عدة أسابيع أو أشهر-كعملية تكيف Adap-tation أو استجابة غير مباشرة Indirect Response.

٣- الجهاز القلبي الوعائى، Cardiovascular System

يشير «روبيرجز، روبرتس» Robergs and Roberts, 2000 إلى أن الجهاز القلبي الوعائى عبارة عن مصطلح يتضمن التركيب والوظائف المشتركة لعمل القلب والأوعية

الدموية بالجسم The heart and blood vessels of the body وهو يعنى نفس مصطلح الجهاز الدورى Circulatory System بيد أن مصطلح الجهاز القلبي الوعائى يلاقى استحسان بعض العلماء فى الآونة الأخيرة، فقد استخدمه «بريتك» ١٩٩٧ واستخدمه «باورز، هولى» Powers and Howley 2000.

٤- اللياقة الفسيولوجية، Physiological Fitness

هى «لياقة كل وظائف الجسم وكفاءة عمل جميع أجهزته» ووفقا لذلك التعريف فإن مصطلح اللياقة الفسيولوجية يضم من وجهة نظر علماء فسيولوجيا الرياضة تسع مكونات، منها ستة مكونات تمثل عناصر اللياقة البدنية هى (المرونة - تركيب الجسم - القوة العضلية - التحمل العضلى - القدرات اللاهوائية - القدرات الهوائية) يضاف إليها ثلاثة مكونات فسيولوجية أخرى هى: ضغط الدم - دهنيات الدم والليبوبروتينات - وتحمل الجلوكوز.

٥- اللياقة الهوائية، Aerobic Fitness

هى كفاءة الجسم فى عمليات: استنشاق ونقل واستهلاك الأكسجين. "take in , transport and utilize oxygen"

ويستخدم لهذا المصطلح مرادف آخر هو اللياقة الدورية التنفسية - Cardio res- piratory Fitness وهو مصطلح يشير إلى القدرة الوظيفية لعمل الجهازين؛ الدورى والتنفسى.

٦- القدرة الهوائية القصوى، Maximum Aerobic Power

هى أقصى قدرة للجسم فى استنشاق ونقل الأكسجين ومن ثم استهلاكه فى العضلات العاملة، ويعبر عن ذلك بمقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين Vo_2max والذي يعنى أقصى حجم للأكسجين المستهلك بالتر أو المليلتر فى الدقيقة الواحدة.

٧- التكيف، Adaptation

التكيف كمصطلح عام يعنى التأقلم للظروف البيئية «Adjustment to environmental conditions» وفى مجال فسيولوجيا الجهد البدنى فإن الظروف البيئية تعنى تغيرات البيئة الفسيولوجية الداخلية للجسم والبيئة الخارجية المرتبطة بظروف

التدريب الرياضى والعوامل المؤثرة عليه، والتكيف يعنى تغييرا أو أكثر فى البناء- struc-
ture أو الوظيفة function، تحدث بصفة خاصة كنتيجة لتكرار مجموعات من
التمرينات البدنية لفترة من الوقت.

٨- القدرة اللاهوائية: Anaerobic Ability

هى القدرة على إنتاج الطاقة لفترة زمنية قصيرة دون الحاجة إلى استخدام
الأكسجين.

٩- القدرة اللاهوائية القصوى: Maximum Anaerobic Power (MAP)

تعنى: «القدرة على أداء أقصى انقباض عضلى فى أقل زمن ممكن (يقدر بنحو ٥
- ١٠ ثوان)».

١٠- السعة (الامكانية) اللاهوائية: Anaerobic Capacity

هى «إمكانية الفرد فى أداء جهد بدنى يعتمد على الطاقة الناجمة عن التحلل
اللاهوائى للجلوكوز أو الجليكوجين ويمتد زمن الأداء فى هذا الجهد حتى دقيقة ونصف
أو دقيقتين على الأكثر».

١١- اللياقة البدنية: Physical Fitness

هى «المقدرة على تنفيذ الواجبات اليومية بنشاط ويقظة ودون تعب مفرط، مع
توافر قدر من الطاقة يسمح بمواصلة العمل والأداء خلال الوقت الحر ومواجهة الضغوط
البدنية فى الحالات الطارئة».

مكونات اللياقة البدنية:

تشتمل اللياقة البدنية على مجمل العناصر التالية كمكونات وردت بالمراجع
المتخصصة فى ذلك:

Muscular Strength

١- القوة العضلية

Muscular Endurance

٢- التحمل العضلى

Cardiorespiratory Endurance

٣- التحمل الدورى التنفسى

Flexibility	٤- المرونة
Agility	٥- الرشاقة
Speed	٦- السرعة
Co-ordination	٧- التوافق
Balance	٨- التوازن
Muscular Power	٩- القدرة العضلية
Accuracy	١٠- الدقة

ويتفق بعض علماء فسيولوجيا الرياضة على أن اللياقة البدنية تشتمل على عدد من المكونات التي تدمج بعض العناصر السابقة في صورة مكونات تعبر عن مستويات للعمل الفسيولوجي، وهذه المكونات هي:

Flexibility	١- المرونة
Body Composition	٢- تكوين الجسم (تركيب الجسم)
Muscular Strength	٣- القوة العضلية
Muscular Endurance	٤- التحمل العضلي
Anaerobic Abilites	٥- القدرات اللاهوائية
Aerobic Abilites	٦- القدرات الهوائية

١٢- الإعداد البدني: Physical Preparation

يعتبر الإعداد البدني أحد جوانب الإعداد الشامل للرياضيين ويقصد به: «العمليات التي تؤدي إلى رفع مستوى اللياقة البدنية والفسيولوجية اللازمة للاعب والتي ترتقي بقدراته وإمكاناته إلى أقصى حد ممكن». ويتضمن الإعداد البدني جانبين أساسيين هما:

أ - الإعداد البدني العام: General Physical Preparation

ويهدف إلى إكساب اللاعب الصفات والعناصر البدنية المختلفة بشكل شامل

ومتزن وتتضمن جوانب هذا الإعداد تنمية عناصر: القوة - السرعة - المرونة - الرشاقة - التحمل - التوازن - الدقة - التوافق العضلي العصبي

ب - الإعداد البدني الخاص: Special Physical Preparation

ويهدف إلى تنمية عناصر اللياقة البدنية الخاصة واللازمة لنوعية معينة من النشاط الرياضي الذي يتخصص فيه الفرد، كالإعداد البدني الخاص بالعدائين، أو المصارعين، أو لاعبي كرة السلة، أو كرة القدم . . . إلخ.

١٣ - استعادة الاستشفاء: Recovery

«يقصد بها استعادة تجديد مؤشرات الحالة الفسيولوجية والنفسية للفرد عقب تعرضه لظروف أو ضغوط غير اعتيادية بما في ذلك الجهد البدني وأحمال التدريب الرياضي».

ثالثاً: حمل التدريب الرياضي Athletic Load Training

أنواعه - مكوناته - درجاته

يقصد بحمل التدريب الرياضي: مجمل الأنشطة والمجهودات البدنية والعصبية التي يقوم بها اللاعب خلال عمليات التدريب أو المنافسة، وحجم التأثيرات الفسيولوجية والبدنية والمورفولوجية الحادثة بالجسم نتيجة لذلك.

ويمكننا أن نعريف حمل التدريب بأنه: الجهد أو العبء الذي يقع على أجهزة الجسم المختلفة خلال أداء اللاعب لجرعات تدريبية مقننة، ومقدار ما يتطلبه ذلك الجهد من طاقات فسيولوجية وبدنية ونفسية وعصبية.

أنواع ومكونات حمل التدريب:

ينقسم حمل التدريب إلى نوعين هما:

١- حمل التدريب الداخلي: Inner Load Training

ويقصد به حجم التأثيرات الفسيولوجية والنفسية الواقعة على أجهزة الجسم الداخلية كنتيجة لأداء الجهد المبذول، وحيث إن دراسة التأثيرات الفسيولوجية ستكون

موضوع الفصول الواردة تباعا فى هذا الكتاب؛ لذا فإننا سوف لا نتطرق إليه فى هذه المقدمة، وسوف نقتصر هنا على تناول مفهوم ومكونات حمل التدريب الخارجى فى شكل موجز .

٢ - حمل التدريب الخارجى، Outer Load Training

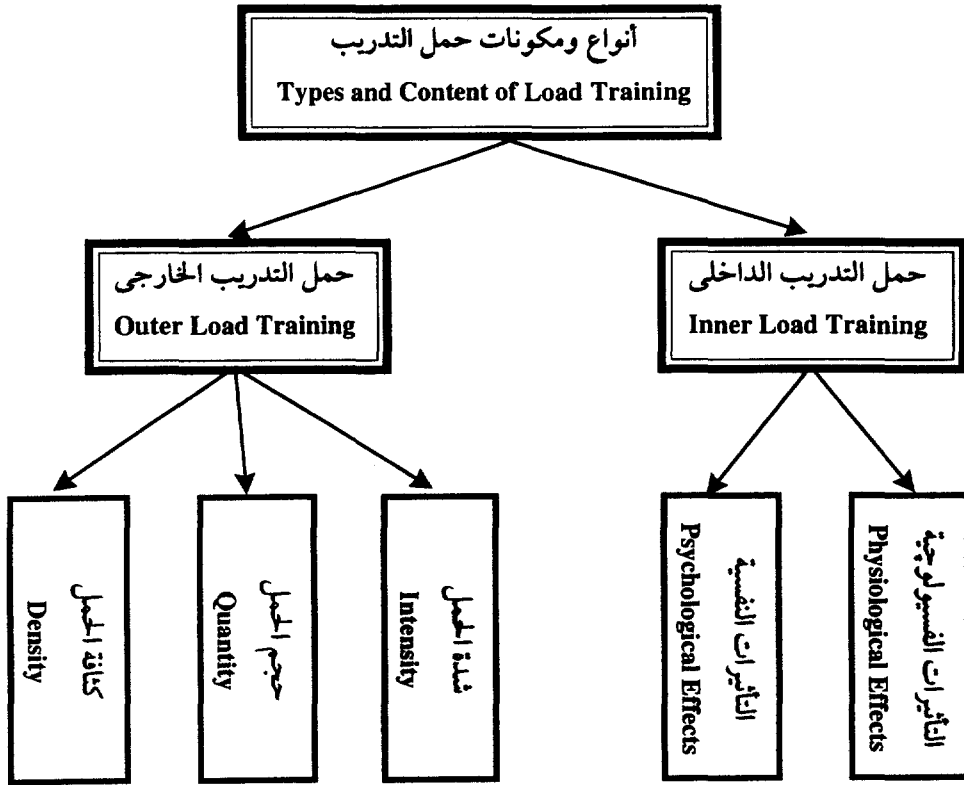
المقصود بهذا النوع من الحمل هو جهد العمل أو الأداء المتمثل فى التدريبات البدنية أوالمهارية أوالخططية. . وهذا الحمل بدوره يشتمل على ثلاثة مكونات هى :

أ - شدة الحمل : Intensity of Load وتعنى مستوى القوة أو السرعة أو الصعوبة المميزة للأداء .

ب - حجم الحمل : Quantity of Load ويقصد به : طول فترة أداء الحمل مقاسا بالزمن، أو طول المسافة مقاسا بالمتر أو الكيلومتر، كما يتضمن أيضا عدد مرات تكرار التمرين، أو عدد الكيلوجرامات أو الأطنان التى يتم رفعها فى تدريبات الأثقال مثلا، وعموما يمكن تمييز مكونين لحجم الحمل هما : فترة دوام الحمل Duration وتكرار الحمل Frequency .

ج - كثافة الحمل Density of Load وهى تعنى العلاقة بين فترات الراحة البينية وشدة الحمل، أو بين الحمل والراحة خلال أداء الجرعة التدريبية أو خلال وحدة التدريب ككل (الساعة التدريبية) .

وعما سبق يمكننا تلخيص أنواع ومكونات حمل التدريب الرياضى وفقا للتقسيم التالى :



شكل (١) أنواع ومكونات حمل التدريب

تصنيف مستويات الحمل التدريبى: Load Training Levels classification

تباين مستويات الحمل التدريبى وفقا لأهداف الوحدة التدريبية ومجموع مكونات جرة التدريب، ويستخدم المدربون ما يعرف بحمل التدريب التاموجى Wavy load training الذى يعتمد على أنظمة متنوعة من تشكيل درجة وشدة الحمل التى تتراوح ما بين الدرجة المنخفضة ودرجة الحمل الأقصى.

كما يعتمد المدربون وأخصائيو القياسات الفسيولوجية على عدد من المؤشرات التى تعبر عن مقدار الحمل أو الجهد المبذول، من بين تلك المؤشرات ما يستخدم النسبة المئوية لأقصى ما يستطيع اللاعب أدائه، ومنها ما يعتمد على مؤشرات فسيولوجية محددة كدالات أو علامات لمستوى الحمل مثل: معدل النبض، معدلات استهلاك الطاقة، معدلات تركيز حامض اللاكتيك فى الدم ومعدلات التنفس وغيرها... ويعرض

الجدولان (١ ، ٢) بعضا من تصنيف مستويات الحمل التدريبي طبقا لبعض من تلك المؤشرات .

جدول (١)

تصنيف مستويات حمل التدريب فى تمرينات القوة والتدريبات التى تعتمد على
مؤشر نبض القلب Classification of Load Training Levels

مستويات الحمل Load Leveles	تمرينات القوة Strength Exercises		التدريبات التى تعتمد على مؤشر النبض
	الدرجة القوة المستخدمة(*) شدة الحمل Intensity	التكرار Frequency	
١- راحة إيجابية - حمل منخفض.	٢٠٪ - أقل من ٣٥٪	أكثر من ٢٠ مرة	حتى ١٣٠ نبضة / ق
٢- حمل معتدل-خفيف-بسيط.	٣٥٪ - أقل من ٦٠٪	١٦ - ٢٠ مرة	١٣١ - ١٥٠ نبضة / ق
٣- حمل متوسط.	٦٠٪ - أقل من ٧٥٪	١٠ - ١٥ مرة	١٥١ - ١٥ نبضة / ق
٤- حمل مرتفع (عال) أقل من الأقصى.	٧٥٪ - أقل من ٩٠٪	٥ - ٩ مرات	١٦٦ - ١٨٠ نبضة / ق
٥- حمل أقصى.	٩٠٪ - ١٠٠٪	١ - ٤ مرات	أكثر من ١٨٠ نبضة / ق

(*) درجة القوة المستخدمة (شدة الحمل) هى نسبة القوة المستخدمة فى عملية التدريب قياسا إلى أقصى قوة (١٠٠٪) للفرد .

جدول (٢)

تصنيف مستويات حمل التدريب وفقا لاستهلاك الطاقة ومعدل التنفس

معدل التنفس	معدل استهلاك الطاقة	مستوى الحمل Load Levele
أقل من ١٤ مرة / دقيقة	١ - ٥ سرعات حرارية/ دقيقة	حمل منخفض Low Load.
١٤ - ١٦ مرة / دقيقة	٦ - ١٠ سرعات حرارية/ دقيقة	حمل متوسط Mild Load.
١٦ - ٢٠ مرة / دقيقة	١١ - ١٥ سرعات حرارية/ دقيقة	حمل مرتفع High Load.
٢٠ - ٢٥ مرة / دقيقة	١٦ - ٢٠ سرعات حرارية/ دقيقة	حمل أقصى Maximum Load.

وفى مجال فسيولوجيا التدريب الرياضى يستخدم مصطلح يعرف باتجاه الحمل التدريبي، ويقصد به نوع المستهدف من استخدام الحمل، فهل المستهدف هو تنمية صفة بدنية معينة كالقوة مثلاً أو السرعة أو التحمل... أم أن المقصود هو تنمية مجموعة متداخلة من العناصر والإمكانات الفسيولوجية، كتنمية القدرات الهوائية أو اللاهوائية وغيرها...؟

وتبعاً لمؤشرات معدل النبض يمكن معرفة اتجاه الحمل التدريبي فى استخدام وتنمية أنظمة معينة لإنتاج الطاقة كمتطلبات للجهد البدني المبذول، ويتضح ذلك من عرض الجدول التالي:

جدول (٣)

معدل النبض كمؤشر لاتجاه الحمل التدريبي فى استخدام نظم الطاقة

معدل النبض	اتجاه الحمل التدريبي
حتى ١٥٠ نبضة/دقيقة	حمل تدريب بنظام الطاقة الهوائية
١٥٠ - ١٨٠ نبضة/دقيقة	نظام الطاقة (هوائية - لاهوائية)
أكثر من ١٨٠ نبضة/دقيقة	حمل تدريب بنظام الطاقة اللاهوائية

رابعاً: المبادئ الفسيولوجية للتدريب الرياضى:

Physiological Principles of Athletic Training

يعتمد التدريب الرياضى على عدد من المبادئ الفسيولوجية التى تتأسس عليها عملية التدريب وتدور فى سياقها بهدف الارتقاء بمستوى اللاعب، ومن أهم تلك المبادئ ما يلى:

أ - مبدأ التدرج أو الزيادة التدريجية للحمل.

Progression or gradual progress of load

Integral development

ب - مبدأ التنمية الشاملة.

Individualized differences principle

ج - مبدأ الفروق الفردية.

Adaptation principle	د - مبدأ التكيف .
Maximum training principle	هـ - مبدأ التدريب الأقصى .
Specificity of training	و - مبدأ خصوصية التدريب .
Regularity principle	ز - مبدأ الانتظام فى التدريب .
Maintenance principle	ح - مبدأ المحافظة على المستوى .

أ - مبدأ التدرج أو الزيادة التدريجية للحمل:

Progression or gradual progress of load

يؤكد هذا المبدأ على ضرورة الارتفاع التدريجى بمكونات حمل التدريب، بحيث تتم زيادة الحمل فى بداية الموسم التدريبى من خلال مكون واحد كالشدة مثلاً أو الحجم أو الكثافة، وعندما يرتفع مستوى لياقة اللاعب يمكن التدرج بزيادة مكونين معاً كزيادة الشدة (سرعة العدو مثلاً) مع زيادة كثافة الحمل عن طريق تقليل فترات الراحة البينية، كما يؤكد هذا المبدأ أيضاً على مراعاة التدرج خلال كل مكون على حدة، بمعنى عدم الانتقال السريع بزيادة الشدة أو الإنقاص السريع لفترات الراحة البينية .

ب - مبدأ التنمية الشاملة Integral development

يرمى هذا المبدأ إلى ضرورة بناء أساس للإعداد المتكامل للاعب من خلال التنمية الشاملة والمتزنة لمختلف عناصر اللياقة الفسيولوجية والبدنية بغض النظر عن نوع وطبيعة نشاطه الرياضى التخصصى للاعب، وبناءً على ذلك يجب ألا يقتصر تدريب لاعبى الرمى ورفع الأثقال على تدريبات القوة العضلية فقط، بل ينبغى أن يشتمل تدريبهم على عناصر أخرى كالسرعة، والرشاقة، والمرونة، والتوافق العضلى العصبي . . . فهذه العناصر على الرغم من كونها لا تدرج ضمن عناصر اللياقة الخاصة بشكل أساسى فى هذه الألعاب، إلا أنها بلا شك سوف تساهم إلى حد كبير فى تميز أداء لاعبى الرمى ورفع الأثقال وتساعدهم على تحقيق إنجازات أفضل مقارنة بمنافسيهم الذين يفتقرون إلى هذه العناصر، وهكذا الحال بالنسبة لتدريب عناصر اللياقة البدنية الشاملة للعدائين والسباحين والملاكمين .

ج - مبدأ الفروق الفردية Individualized differences principle

يشير هذا المبدأ إلى أنه حتى في إطار الفريق الرياضى الواحد، يختلف اللاعبون فى مستوى قدراتهم وخصائصهم البدنية والفسىولوجية والمورفولوجية... حيث توجد فروق فردية فى مدى تحمل كل لاعب لأعباء التدريب، ويرتبط ذلك باختلاف العمر الزمنى والعمر التدريبى للاعب؛ وحالته الصحية والتدريبية، ومدى انتظامه فى المرن... من زاوية أخرى فإن الملاحظ فى بعض الألعاب ككرة القدم مثلا، يوجد اختلاف فى بعض عناصر اللياقة التى تميز اللاعبين المهاجمين عن لاعبي الدفاع، كما يتميز حراس المرمى ببعض العناصر الأخرى... وينبغى على المدرب أن يأخذ بعين الاعتبار مثل تلك الفروق، وخاصة أن معظم الفرق الرياضية تضم مزيجا من اللاعبين الناشئين واللاعبين القدامى الأكبر سنا، وفى نطاق مدى تحمل أعباء التدريب لكل من هؤلاء اللاعبين ينبغى أن يوضع ذلك المبدأ فى الحسبان.

د - مبدأ التكيف Adaptation principle

يؤكد هذا المبدأ على أن الوظائف الفسيولوجية للجسم يمكنها - خلال الفترة الزمنية التى يتكرر فيها أداء وحدات التدريب - أن تتكيف للأعباء البدنية المبذولة، فبعدما يكون الحمل التدريبى صعبا فى البداية، يتحول خلال عدة أيام إلى أن يصبح عاديا، بل يحتاج الأمر إلى زيادة الحمل مرة أخرى للارتقاء بمستوى كفاءة اللاعب، ثم يحدث تكيف آخر للحمل التدريبى الجديد وهكذا... وعلى هذا الأساس يتقدم مستوى اللاعب.

هـ - مبدأ التدريب الأقصى Maximum training principle

ينبى هذا المبدأ على أساس أن كفاءة أجهزة الجسم تتطور عندما تقوم هذه الأجهزة بالعمل عند مستوى الحد الأقصى لها لفترة زمنية محددة حتى يحدث التأثير المطلوب، بمعنى أن العضلة يجب أن تعمل بأقصى شدة لها حتى تنمو القوة العضلية، كما ينبغى أن تعمل بأقصى كفاءة لها حتى ينمو التحمل، فإذا لم تستخدم الأحمال التدريبية العالية أو القصوى فإن مستوى أداء اللاعب لن يتقدم.

و - مبدأ خصوصية التدريب Specificity of training

برغم ما تم إيضاحه فى المبدأ الفسيولوجى الثانى المتعلق بالتنمية الشاملة لعناصر

اللياقة البدنية للاعب، إلا أنه ينبغي ألا يغيب عن ذهن المدرب طبيعة الرياضة التخصصية للاعب، ويقصد بذلك الإعداد البدني الخاص - Special physical preparation - فالبرنامج التدريبي الناجح هو الذى يستطيع أن ينمى الخصائص التى يتطلبها نوع النشاط الرياضى التخصصى للاعب كأساس لعملية التدريب، وبناء عليه ينبغي أن تنمى اللياقة البدنية والفسيولوجية الخاصة بالسباحين، كالسرعة والقدرة العضلية والرشاقة، داخل حوض السباحة، وتنمى عناصر اللياقة للاعبى الكرة، مثل السرعة والقوة والتحمل، من خلال نوعية التدريبات التخصصية التى تستخدم فيها الكرة - غالبا - وهكذا الحال بالنسبة لعناصر اللياقة البدنية الخاصة والأساسية للاعبى الرمى والعذائين والمصارعين وغيرهم... وإعداد اللاعبين بدرجة كافية فى هذا الجانب من اللياقة يعد أساسا ضروريا لتخصصهم الرياضى.

ز - مبدأ الانتظام فى التدريب Regularity principle

لضمان تنمية القدرات الوظيفية وتحسين عناصر اللياقة الخاصة باللاعب ينبغي عليه مداومة الانتظام فى التدريب دون انقطاع - قدر الإمكان - سواء كان التدريب يوميا أو لثلاثة أيام فى الأسبوع أو خلافه، وسواء كان التدريب لمرة واحدة فى اليوم أو أكثر، وهنا يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن وصول اللاعب لمستوى معين من اللياقة ثم انقطاعه عن التدريب لعدد ٤-٥ وحدات تدريبية قد ينقص من مستوى لياقته بنسبة قد تصل إلى ٤٠ ٪ أو أكثر.

ح - مبدأ المحافظة على المستوى Maintenance principle

يقصد بهذا المبدأ التدريبي أن اللاعب يجب أن يبذل قصارى جهده فى عملية التدريب الجاد المنتظم للمحافظة على المستوى الذى وصل إليه من اللياقة والإعداد، ولا يكون مفهوما لدى اللاعب بأن وصوله إلى قمة الأداء واللياقة يعنى أنه لا يحتاج إلى بذل المزيد من الجهد فى تدريبات اللياقة، ومن ثم يركن إلى الراحة وينخفض مستواه.

من العرض التقديمى السابق يمكن الاسترشاد ببعض المفاهيم النظرية والمصطلحات الأساسية التى وردت فى هذا الجزء فى فهم الجوانب التطبيقية المتعلقة بتشكيل أنواع ودرجات حمل التدريب الرياضى والمؤشرات الفسيولوجية الدالة على ذلك، مع الوقوف على المبادئ والنظريات العلمية وجوانب التطبيق التى تهدف إلى الارتقاء بمستويات حمل التدريب وزيادة كفاءة اللاعب.

الفصل الثاني

حركة الجسم وفسيولوجية

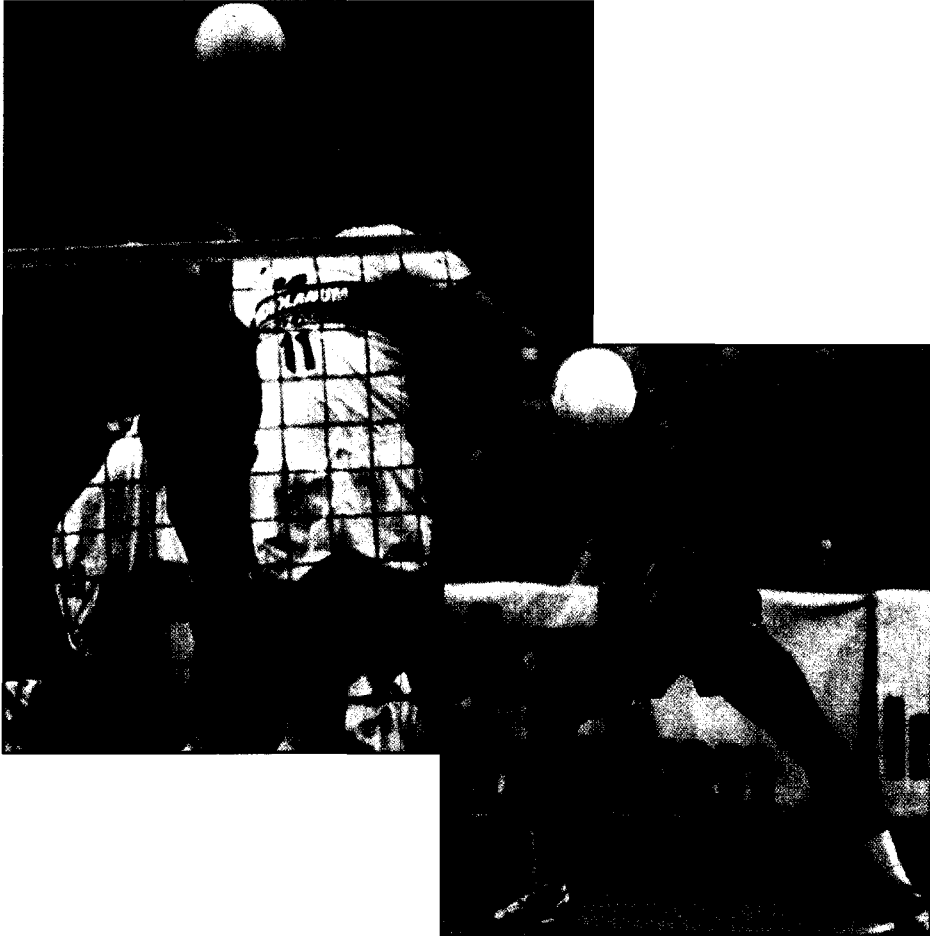
الجهاز العصبي - العضلي

The Body Movement and Neuromuscular System



- مقدمة.

- العضلات الهيكلية وحركة الجسم.



مقدمة: Introduction

يعتبر الجهاز العصبي العضلي هو المسئول عن حركة الجسم وأجزائه المختلفة، حيث تقوم الخلايا العصبية الحركية بتوصيل الإشارات الصادرة من الجهاز العصبي إلى العضلات لكي تنقبض وتحدث الحركة، كما تقوم الخلايا العصبية الحسية بعملها المعاكس في نقل الإشارات العصبية من العضلة إلى الجهاز العصبي، وحيث يرجع نشاط الخلايا العصبية - الحسية والحركية - إلى سيطرة الجهاز العصبي، كما أن انقباض الألياف العضلية يتم من خلال اتصالها بتفريعات محاور الخلايا العصبية، لذا تعتبر الوحدة الحركية Motor Unit هي الأساس التركيبي لعمل الجهاز العصبي العضلي.

ويشتمل جسم الإنسان على عدد كبير من العضلات التي يتجاوز مقدارها ٦٠٠ عضلة منها حوالي ٤٣٤ عضلة تشكل الهيكل الخارجى للجسم وتعرف بالعضلات الهيكلية Skeletal Muscles يتحكم الإنسان إراديا في انقباض وارتخاء تلك العضلات الهيكلية بواسطة الجهاز العصبي، وعند فحص العضلة الهيكلية مجهريا تظهر أليافها في شكل مخطط Striated يميزها عن نوع آخر من العضلات الموجودة بالجسم تعرف بالعضلات الملساء Smooth Muscles أو العضلات غير الإرادية التي من أمثلتها: العضلات التي تغطي جدران القناة الهضمية، الأوعية الدموية، الممرات التنفسية، المجارى البولية، المثانة البولية وعضلات الرحم.

هناك نوع خاص من العضلات هي عضلة القلب Cardiac Muscle تجمع في تركيبها ووظائفها بين كلا النوعين السابقين من العضلات، فيظهر نسيج عضلة القلب في شكل مخطط عند الفحص المجهرى كما هو الحال بالنسبة للعضلات الهيكلية الإرادية، بينما يكون انقباضها غير إرادى كما هو الحال بالنسبة للعضلات الملساء، إلا أن عضلة القلب تنفرد بكونها ذاتية الانقباض بمعنى أن انقباضها يتم دون الحاجة إلى صدور إشارة من الجهاز العصبي، وإنما تنشأ الانقباضة أو النبضة القلبية نتيجة مؤثر صادر من عضلة القلب ذاتها كما سنعرف فيما بعد، فى حين يخضع معدل انقباض القلب (معدل النبض) لسيطرة الجهاز العصبي الذاتى (الأوتونومى) Autonomic Nervous System.

ونستخلص مما سبق أن عضلات الجسم تنقسم إلى ثلاثة أنواع هي:

- ١- العضلات الهيكلية Skeletal Muscles وهي إرادية الانقباض.
- ٢- العضلات الملساء Smooth Muscles وهي غير إرادية الانقباض.
- ٣- عضلة القلب Myocardium وهي عضلة خاصة غير إرادية الانقباض.

العضلات الهيكلية وحركة الجسم:

تتميز العضلة الهيكلية بأن لها طرفين، أحدهما يسمى منشأ العضلة أو المنبت Origin يكون غير قابل للحركة، والطرف الآخر يعرف بالاندغام Insertion وهو قابل للحركة بدرجات متفاوتة، منشأ العضلة هو طرفها القريب من المحور الطولى الذى ينصف جسم الإنسان، أما مندغم العضلة فيتمثل فى طرفها البعيد، وعلى عاتق العضلات الهيكلية يقع العبء الرئيسى لحركة الإنسان ونشاطاته البدنية المختلفة واتزانه فى الفراغ، ويتم ذلك من خلال تفاعل عمل الجهاز العضلى بأجهزة الجسم الأخرى، وتوجد لكل مجموعة عضلية هيكلية مجموعة عضلية مضادة لها فى العمل، وتسمى المجموعة الأولى بالمحركات الأولية Prime Movers حيث تؤثر بالحركة فى اتجاه معين، أما المجموعة المضادة فتعمل فى الاتجاه المعاكس، بمعنى أن العضلات الثانية Flexors وهى التى تؤدي حركة الثنى، تقابلها العضلات الباسطة Extensors التى تؤدي حركة المد لنفس الجزء المتحرك من الجسم.... وهكذا.

وفى إطار دراسة حركة الإنسان ينبغى أن نميز بين الحركة بمفهومها العام والشامل Movement والحركة الانتقالية Locomotion، فالحركة بمفهومها الشامل تتضمن - بالإضافة إلى الحركات الخارجية الظاهرة والإرادية مثل حركة أطراف الجسم أو الرأس أو الأصابع - حركات أخرى داخلية غير ظاهرة وغير إرادية مثل حركة القلب، الحجاب الحاجز والقناة الهضمية.... فإذا نتج عن الحركة الظاهرة تحريك الجسم بكامله وانتقاله إلى مكان آخر، تسمى الحركة فى هذه الحالة بالحركة الانتقالية، ويتم هذا النوع من الحركة نتيجة انقباض وانسحاب العضلات بواسطة الارتباط بأجزاء الجسم الهيكلية الأخرى (العظام - الغضاريف - الأربطة - المفاصل).

تركيب العضلة الهيكلية: Structure Of Skeletal Muscle

تتألف العضلة الهيكلية من مجموعة حزم من الألياف العضلية Fascic- Fiber ulus's تحاط كل ليفة منها بغشاء رقيق يعرف بالساركوليم Sarcolemma يفصل بين

محتويات الليفة وسائل ما بين الخلايا، وتضم الليفة عددا من اللويقات Myofibrils يجرى بينها سائل الساركوبلازم Sarcoplas يملأ فراغ الخلية من الداخل وتتعلق بهذا السائل وتسبح فيه العديد من الجسيمات الصغيرة التى تسمى عضيات الخلية والتى من أهمها:

١- النواة Nucleus التى تعتبر مركز نشاط وانقسام الخلية والمسؤولة عن نقل الصفات الوراثية من جيل إلى جيل.

٢- الميتوكوندريا Mitochondria والتى تعرف بمخازن الطاقة اللازمة للخلية من جليكوجين، دهون، مواد فسفورية وغيرها.

٣- الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic Reticulum ومهمتها الرئيسة توصيل المواد عبر الخلية وخارجها.

٤- أجسام جولجى Golgi Bodies وتساهم فى بناء الأنزيمات والهرمونات.

٥- الرايوزومات Ribosome's ولها أهمية كبيرة فى بناء البروتينات بالخلية.

٦- الأجسام المركزية Centrioles ولها علاقة كبيرة بانقسام الخلية.

٧- الفجوات الخلوية Vacuoles وهى عبارة عن مخازن مؤقتة لنفايات الخلية.

وتركب اللويقة العضلية Myofibril من خيوط الأكتين Actin وخيوط المايوسين Myosin وهما عبارة عن خيوط بروتينية، وعلى أساس اتحاد هذين النوعين من الخيوط وانفصالهما تأسست النظرية المعروفة بنظرية انزلاق الخيوط Filament Theory Sliding التى توصل إليها العالم الإنجليزي «هيو هكسلى» Hugh Huxley ومساعد «جين هانسون» Jean Hanson وفى ضوءها فسرت عمليتا الانقباض والارتخاء العضلى.

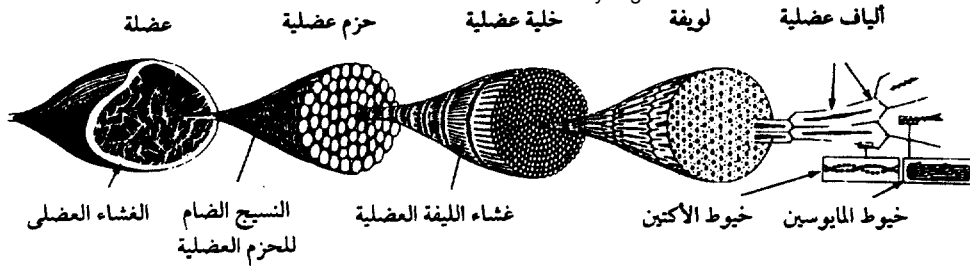
ومما سبق يمكننا إيجاز تركيب العضلة الهيكلية فيما يلى:

١- لويقة عضلية Myofibril تتألف من فتائل الأكتين والمايوسين.

٢- مجموعة لويقات عضلية تكون الليفة Fiber.

٣- مجموعة ألياف عضلية تكون حزمة Fasciculus.

٤- مجموعة حزم عضلة محاطة بغشاء رابط يسمى إندومايزيوم Endomysium تكون الشكل الكامل للعضلة الهيكلية Skeletal Muscle. انظر شكل (٢).



شكل (٢)

تركيب العضلة الهيكلية

الانقباضة العضلية البسيطة (الخلجة العضلية)

Twitch Simple Muscle

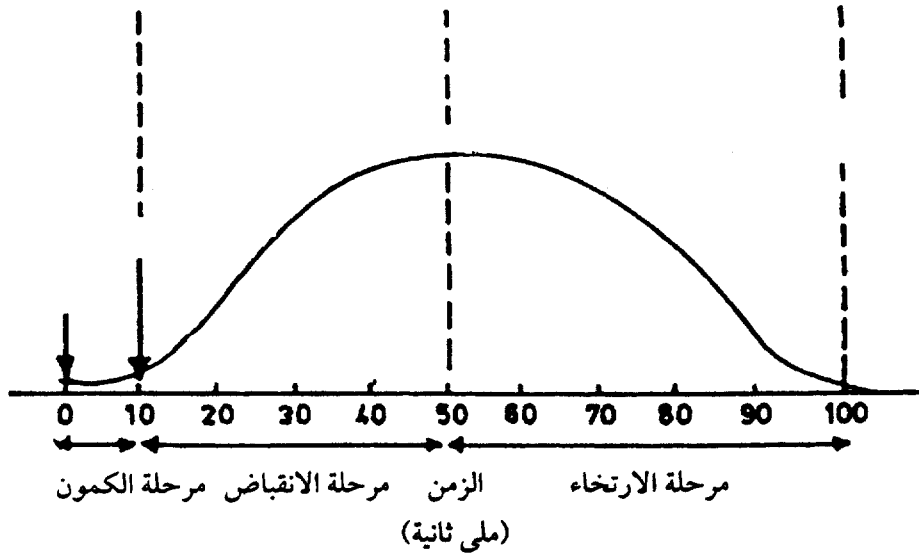
عندما تستجيب العضلة لإشارة عصبية واحدة تصل إليها عن طريق تنبيه العصب أو العضلة نفسها (كهربائيا) تعرف تلك العملية بالانقباضة العضلية البسيطة أو الخلجة العضلية، ومنذ لحظة وصول المنبه أو المثير العصبى إلى العضلة وحتى نهاية تلك الانقباضة البسيطة تمر العضلة بثلاث مراحل هى:

١- مرحلة الكمون أو السكون Latent Period وهى فترة زمنية قصيرة تقدر بحوالى ١٠ ملى ثانية تنقضى بين لحظة إعطاء الحافز أو المثير وبين بداية عملية التقلص أو الانقباض، وتحدث فى تلك الفترة مجموعة من التغيرات الكيميائية والفيزيائية بالعضلة كاستعداد لعملية الانقباض، حيث تجهز طاقة الانقباض ويزول استقطاب غشاء الليفة العضلية وتحرر مادة الأستيل كولين.

٢- مرحلة الانقباض Contraction Period وفيها تنقبض العضلة وتتقلص أليافها بانزلاق وتداخل فتائل الأكتين وفتائل المايوسين، مما يترتب عليه حدوث قصر فى ألياف العضلة وزيادة فى توترها وتستغرق تلك العملية حوالى ٤٠ ملى ثانية.

٣- مرحلة الانبساط (الارتخاء) Relaxation Period هذه المرحلة تمثل رجوع الألياف العضلية إلى سابق طولها أو توترها قبل الانقباض، وتستغرق تلك الفترة حوالى ٥٠ ملى ثانية.

www.hollanduniversity.org
وتتضح مراحل الانقباض العضلية البسيطة من خلال شكل (٣).



شكل (٣)

الانقباض العضلية البسيطة (الخلجة العضلية)

العوامل المؤثرة على الانقباض العضلية البسيطة:

تتأثر الانقباض العضلية البسيطة بعدد من أهم العوامل التي تؤدي إلى زيادة قوة الانقباض أو نقصها، ومن أهم تلك العوامل ما يلي:

١ - حالة العضلة قبل بدء الانقباض: ويطلق على هذا العامل الطول الابتدائي للألياف العضلية، ويعني ذلك أنه كلما زاد طول الألياف العضلية - نتيجة شدّها قبل بدء الانقباض - كانت درجة الانقباض أقوى، وتستمر هذه العلاقة الطردية إلى حدود معينة من درجة شد الألياف أو طولها، فإذا تم تجاوز تلك الحدود يحدث العكس وتقل درجة الانقباض العضلي.

٢ - درجة حرارة العضلة: يؤدي ارتفاع درجة حرارة العضلة إلى زيادة قوة الانقباض العضلية البسيطة، كما يؤدي إلى زيادة في سرعتها، ويحدث ذلك نتيجة لزيادة سرعة التغيرات الكيميائية المنتجة بالعضلة، وهذا ما يفسر أهمية قيام اللاعب بعملية الإحماء قبل أداء الجهد البدني.

٣- **التعب العضلي:** يؤثر التعب العضلي سلباً على قوة الانقباض، حيث يسبب التنبيه المستمر والمتتالي للعضلة إلى ضعف الانقباض وطول زمن الخلجة العضلية.

٤- **النشاط البدني والتدريب الرياضي:** يؤدي التدريب الرياضي المنتظم إلى تقليل فترة الكمون بالعضلة وزيادة سرعة الانقباض وقوته.

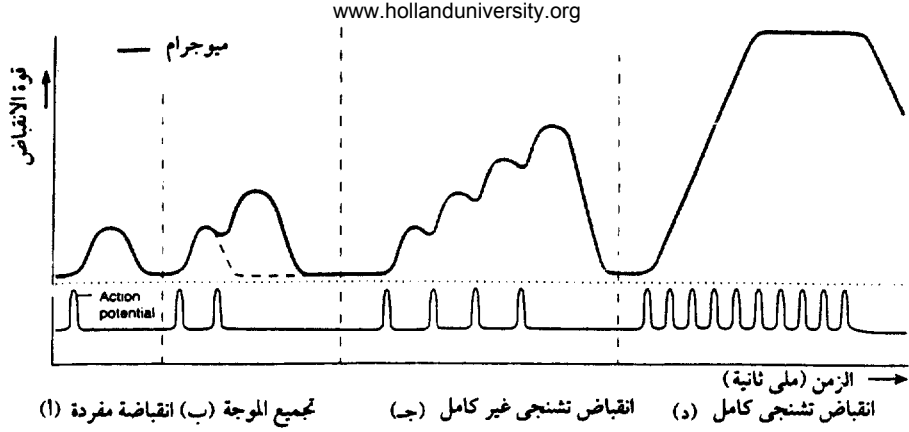
استجابة العضلة للمثيرات العصبية المتكررة:

يمكن توضيح تأثير المثيرات العصبية المتكررة على العضلة من خلال استعراض ثلاثة نماذج هي:

١- إذا تكرر تنبيه العضلة بعد وصولها إلى الارتخاء الكامل انبساطها مباشرة فإنها تحدث خلجات عضلية منفصلة تزداد قوة حتى تصل إلى حدها الأقصى وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة السلم أو الدرج، ومثال على ذلك تكرار رفع بار حديدي أو دمبلز بقبض الساعد على العضد Flexion مع التحرر من الثقل بعد كل تكرار... وهكذا.

٢- إذا تكرر تنبيه العضلة - أثناء فترة انبساطها - بسيل من التنبيهات المتعاقبة في حدود (١٠-١٥ مرة في الثانية) فإن العضلة تبقى في حالة تقلص مستمر، ولكن لا يزال هناك تمييز لهذه الانقباضات بعضها البعض بظهور قمم للانقباض، وهذا ما يطلق عليه التقلص أو الانقباض التشنجي غير الكامل Incomplete Tetanus ومثال على ذلك عند أداء التكرارات العادية لرفع البار الحديدي أو الثقل لأداء مجموعة كاملة من التكرارات حيث ترتخي العضلة نسبياً عقب كل تكرار.

٣- إذا تعاقب وصول التنبيهات العصبية للعضلة بمعدلات تردد عالية أثناء انقباض العضلة ودون حصولها على أى درجة من الارتخاء، ففي هذه الحالة تندمج الخلجات العضلية وتتداخل فيما بينها، وتبقى العضلة في حالة تقلص مستمر خال من القمم، وهذا ما يعرف بالتقلص أو التشنج الكامل com-plete Tetanus (شكل ٤) ومثال على ذلك عند رفع اللاعب باراً حديدياً ذا أوزان ثقيلة نوعاً ما، ثم قيام زميلين له بزيادة أثقال البار تباعاً وبصورة سريعة ومتلاحقة أثناء استمراره في أداء الانقباض.



شكل (٤)

تأثير المثيرات العصبية المتكررة على العضلة

Tortora, 2000، والانقباض التشنجي الكامل وغير الكامل عن:

التعب العضلي، Muscular Fatigue

ينشأ التعب العضلي نتيجة تكرار عدد كبير من الانقباضات العضلية القوية والمتعاقبة التي تشكل عبئاً على الجهازين العصبي والعضلي، كما أن المجهودات العنيفة والمستديمة لمدة زمنية طويلة تشكل عبئاً آخر على الجهازين الدوري والتنفسي مما يتسبب أيضاً في حدوث التعب.

وعند قيام العضلات بعدد كبير من التقلصات المفردة أو المستمرة لفترة من الزمن يحدث انخفاض واضح في قابليتها على التقلص، وقد تنقاس العضلة تماماً عن الاستجابة ولكنها تبقى في حالة تقلص جزئي.

ويمكن تعريف التعب العضلي على أنه: حالة من الانخفاض المؤقت للكفاءة البدنية والوظيفية للجسم، تنشأ كنتيجة لأداء مجهودات بدنية قوية ومتلاحقة تؤثر بشكل واضح على مستوى الفرد وقدرته على الاستمرار في الأداء.

أنواع وتفسيرات حدوث التعب العضلي:

على مدى سنوات طويلة اختلفت تفسيرات العلماء حول ظاهرة حدوث التعب العضلي؛ أسبابه، أنواعه، علاماته، وكذا ارتباط ظهوره بشكل كبير تحت تأثير نوعيات معينة من الجهد البدني أو حمل التدريب، وتراوحت تفسيرات العلماء في ذلك حول

أنواع متعددة من التعب ترتبط بظروف التدريب والمنافسة منها: التعب الانفعالي، والتعب الذهني، والتعب الحسي، والتعب البدني، وكذلك من حيث مواضع شعور اللاعب بالتعب في الجسم وكون التعب موضعيا في جزء معين من العضلات أو تعب كلى في الجسم عامة.

ولقد تركزت تفسيرات العلماء حول أسباب التعب العضلى فى ثلاثة عوامل أساسية هى:

١- تجمع وتراكم فضلات التعب ومخلفات الطاقة بالعضلة ومن أهمها حامض اللاكتيك وحامض البيروفيك وثانى أكسيد الكربون والفوسفات الحامضية، وقد أطلق على ذلك اسم: عامل مواد التعب - Fatigue Substances Fac-tor.

٢- نقص مواد الطاقة اللازمة للانقباض العضلى مثل نقص مخزون الطاقة الفوسفاتى أو الجليكوجينى.

٣- تعب الاتصال العصبى العضلى الذى ينتج عن خلل فى انتقال الجهد التأثيرى Action Potintial من غشاء الليفة العضلية إلى الألياف، وهذا السبب هو الذى يرجحه العلماء فى الآونة الأخيرة عما كان معتقدا من قبل بأن نقص مادة الأستيل كولين Acetylcholine التى تفرز عند نهاية الأعصاب هى السبب فى حدوث التعب لعمليات الاتصال العصبى العضلى.

وفيما يختص بنوعيات التعب الناتج عن استخدام وتدريب مجموعات عضلية معينة بالجسم - كبيرة أو صغيرة - يمكن تمييز ثلاثة أنواع من التعب العضلى هى:

أ - التعب العضلى الموضعى: وهو الذى يحدث عند مشاركة أقل من ثلث الحجم الكلى لعضلات الجسم، مثل تعب عضلات الذراعين عند التصويب فى كرة اليد أو السلة أو مهارات الرماية.

ب - التعب الجزئى: وهو الذى يحدث عند مشاركة أقل من ثلثي الحجم الكلى لعضلات الجسم مثل تعب عضلات الرجلين فى السباحة أو تدريبات الأثقال وغيرها...

ج - التعب الكلى : وهو التعب الذى يحدث عند مشاركة أكثر من ثلثى عضلات الجسم ككل فى العمل ، وما يرتبط بذلك من زيادة التأثير على وظائف الجهازين الدورى والتنفسى ، مثلما يحدث فى رياضات الجرى والسباحة وألعاب الكرة .

الألم العضلى، Muscle Soreness

هو الألم الذى يحدث بالعضلات عقب أداء تدريبات مرتفعة الشدة ويظهر خلال المراحل الأخيرة من أداء المجموعات التدريبية أو خلال فترة ١٢ - ٤٨ ساعة من انتهاء التدريب .

وترجع أسباب الألم العضلى إلى عوامل تتعلق بالتلف البنائى الذى يحدث للنسيج العضلى نتيجة أداء التدريبات الشاقة وزيادة ضغط السوائل بالأنسجة العضلية التى تتقلل إليها بواسطة الدم وتراكم مخلفات التمثيل الغذائى بالعضلة .

التقلص العضلى، Muscle Cramp

هو عبارة عن زيادة فى توتر العضلة يؤدى إلى انقباضها المفاجئ بقوة عالية يصاحبها تقلص وألم شديد . وقد يحدث التقلص العضلى أثناء الراحة الكاملة أو النوم كما قد يحدث عند مزاوله الرياضة ، وغالبا ما تعزى أسباب التقلص العضلى إلى عوامل تتعلق بنشاط الدورة الدموية المغذية للعضلة ، أو نتيجة الإجهاد عقب أداء التدريبات البدنية العنيفة التى لم تعود عليها العضلة ، كما يحدث التقلص العضلى نتيجة نقص أو فقد الأملاح أو الماء أو كليهما ، مثلما هو الحال عند التدريب فى الأجواء الحارة وفقد كمية كبيرة من العرق ، وبالنسبة لتكرار حدوث التقلص العضلى خلال فترات الراحة أو النوم فلإن ذلك يعزى - فى الغالب - إلى نقص الأملاح فى الغذاء وخاصة كلوريد الصوديوم .

ويتم إسعاف وعلاج حالات التقلص العضلى بواسطة مط أو إطالة العضلة (فك العضلة) مع استخدام التدليك وتنشيط الدورة الدموية وتمارين المطاطية والعناية بالتغذية المتكاملة العناصر ، وقد تستخدم العلاجات الدوائية كالأسبرين أو مضادات الالتهاب أو الأدوية المرخية للعضلات مثل الكولتراميل والدانتريم وغيرها .

التغمة العضلية للجسم، The Body Muscle Tone

تبقى عضلات الجسم دائما فى حالة من التوتر أو الانقباض الجزئى - غير المرئى - نتيجة وجودها المستمر فى حالة من الشد السلبى الناتج عن عاملين أساسيين هما:

١ - أن طول الألياف العضلية أقل من المسافة بين بداية العضلة ونهايتها (منشأ العضلة واندغامها)، ولذا تظل العضلة مشدودة عن اتصالها بالعظام.

٢ - أن هناك قوى لشد الجاذبية الأرضية على العضلات المقاومة لتأثير الجاذبية والتي تحفظ قوام الجسم فى صورته المعتدلة ويطلق عليها العضلات الناصبة للوقوف Postural Muscles وتمثل فى عضلات الظهر والعضلات الباسطة Extensor Muscles للفخذ والساق.

ويلاحظ بأن وجود شد دائم على العضلة يؤدي إلى استثارة المستقبلات الحسية بها Proprioceptors وخاصة المغازل العضلية Spindles Muscle التى ترسل إشارات عصبية إلى الجهاز العصبى المركزى الذى يقوم بدوره بالإشارة إلى انقباض الألياف العضلية حول المغزل العضلى، ويكون ذلك بصفة مستمرة ودائمة مما يحدث تلك التغمة العضلية الدائمة، والجدير بالذكر بأن ضعف التغمة العضلية بالجسم يعد أحد أهم أنواع الخلل التى تسبب فى انحراف قوام الجسم، ويظهر ذلك بشكل جلى فى حالات المرض وعند التقدم فى العمر وكذا لدى الأشخاص ذوى البنية العضلية الضعيفة.

ومما سبق يمكننا تعريف التغمة العضلية للجسم بأنها:

درجة التوتر الجزئى الدائم - غير المرئى - لعضلات الجسم التى تساهم فى حفظ قوام الجسم فى وضعه المعتدل، المسلم به من الناحيتين التشريحية والميكانيكية.

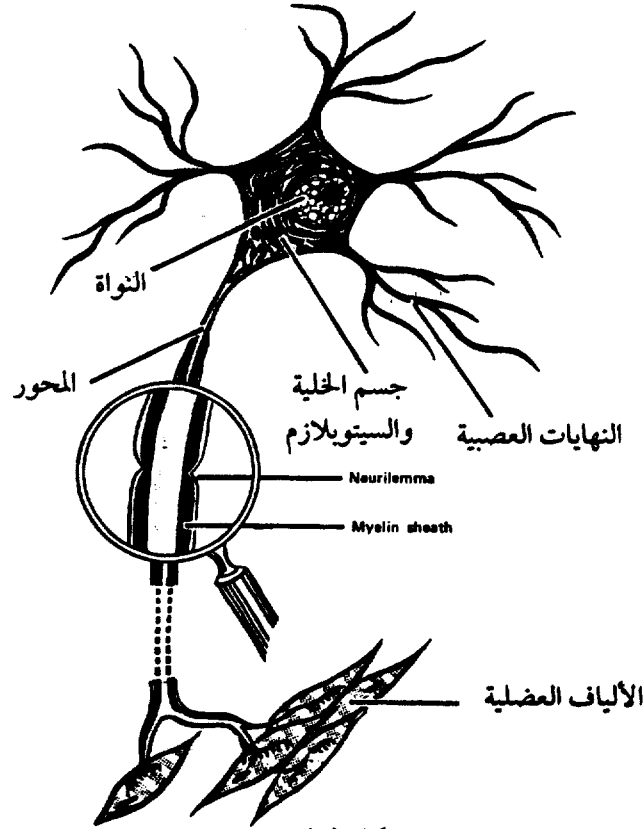
الوحدة الحركية والاتصال العضلى العصبى:

The Motor Unit And Myoneural Junction

تنقبض العضلة عندما تثار عن طريق العصب وكذلك عندما تثار كهربائيا فى التجارب المعملية التى تجرى على العضلات المفصولة عن أجسام بعض حيوانات التجارب، وتستخدم حاليا طرق التنبيه الكهربائى لعضلات جسم الإنسان Electro-stimulation وعلى أى حال فمن الواضح أن العضلة لا تنقبض من تلقاء نفسها.

ولقد لوحظ بأنه في جسم الإنسان يتصل بالعضلة الواحدة عدد من الألياف العصبية قد يصل إلى المئات أو الآلاف، وتتفرع الليفة العصبية إلى فروع عديدة ودقيقة يتصل كل منها بليفة عضلية، ويطلق على مجموعة الألياف العضلية التي تتصل بها ليفة عصبية واحدة اسم الوحدة الحركية.

ويختلف عدد الألياف العضلية من وحدة حركية إلى أخرى، فهناك الوحدات الحركية الكبيرة مثل وحدات عضلات الظهر والرجلين التي يصل فيها عدد الألياف العضلية إلى ١٥٠ ليفة - عضلات الظهر مثلاً - وما يربو على ١٩٠٠ ليفة في عضلات الساق، وهناك الوحدات الحركية الصغيرة لعضلات الأصابع التي يصل فيها العدد إلى ثلاث أو أربع ألياف عضلية، وكذلك العضلات التي تحرك العين والتي تتألف من خمس أو ست ألياف عضلية، والشكل (٥) يبين تركيب الوحدة الحركية.



شكل (٥)

تركيب الوحدة الحركية

وينبغي الإشارة إلى أنه كلما قل عدد الألياف العضلية بالوحدة الحركية كانت الحركة الناتجة سريعة ودقيقة ولكن ينقصها القوة وينطبق ذلك على حركات عضلات الأصابع وحركة العين، في حين أنه كلما زاد عدد الألياف العضلية بالوحدة الحركية زادت قوة الانقباض وكانت الحركة أكثر قوة، كما أن هناك عاملاً آخر يتحكم في مقدار القوة الناتجة بالعضلة وهو مقدار استثارة أو تنبيه أكبر عدد ممكن من الوحدات الحركية بالعضلة حيث تصل قوة الانقباض إلى أقصاها عندما تستثار جميع الوحدات الحركية بالعضلة.

الاتصال العصبي العضلي: Myoneural Junction

يتصل عادة بكل ليف عصبي هيكلي فرع واحد فقط من ليف عصبي حركي، وتكون نهاية الفرع متفخخة على شكل قرص أو كمثرى وتدعى القدم النهائية end foot تستقر على جزء من غشاء الليفة العضلية (الساركولوما) Sarcolemma يدعى الصفيحة النهائية end plate وتتداخل امتدادات عديدة من القدم النهائية في الصفيحة النهائية ولكن على الرغم من ذلك يتبقى بينهما فراغ يظهر تحت المجهر الإلكتروني، وتحتوي القدم النهائية على عدد كبير جداً من الأكياس الدقيقة تدعى الحويصلات Vesicles ممتلئة بالناقل الكيميائي الذي يعرف: بـ الأسيتيل كولين Acetylcholine.

وعندما تصل الحوافز العصبية إلى نهاية الليف العصبي ينفجر عدد كبير من هذه الحويصلات فيتحرر الأسيتيل كولين الذي ينتشر في الفراغ الكائن بين غشاء القدم النهائية وغشاء الليف العضلي (الساركولوما) ويمر الأسيتيل كولين عبر غشاء الليفة العضلية إلى داخلها ويبدأ في التأثير على الغشاء، وإذا تحررت مادة الأسيتيل كولين بكمية كافية فإن ذلك يؤدي إلى إزالة استقطاب depolarization وتولد جهداً تأثيرياً action potential أو (سيالة عصبية) في الليفة العضلية ذاتها، وهذه العملية تجري في نفس الوقت لجميع الألياف العضلية المكونة للوحدة الحركية طبقاً لما يعرف بقانون الكل أو لا شيء All- or none law الذي تخضع له الألياف العضلية المكونة للوحدة الحركية بالعضلة وليست العضلة الهيكلية ككل.

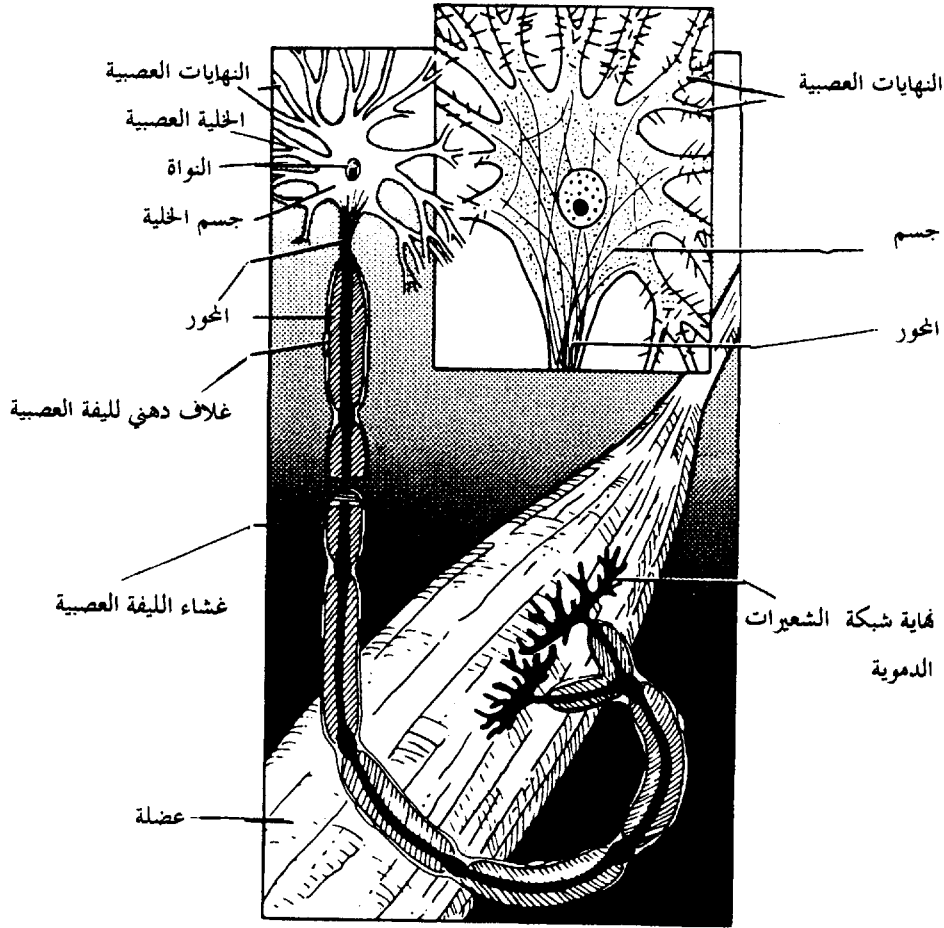
بعد ذلك تبدأ عملية انبساط العضلة بإعادة الاستقطاب لغشاء الليفة العضلية مرة أخرى فيما يطلق عليه مصطلح repolarization والذي يحدث بفعل إفراز إنزيم خاص يسمى «كولين إستريز» cholinesterase يساعد على تحليل مادة الأسيتيل كولين، وهذا الإنزيم يفرز بنفس الفراغ السابق ذكره بين غشاء القدم النهائية للليف العصبي وغشاء الليف العضلي، انظر شكل (٦).

أنواع الألياف العضلية وخصائصها الفسيولوجية:

تختلف إمكانات الأفراد واستعداداتهم الفطرية التكوينية بما يميز بعضهم البعض فيما يمتلكونه من عناصر اللياقة الفسيولوجية، ولقد ذكرنا فيما سبق بأن اللياقة الفسيولوجية تعنى مجمل لياقة جميع وظائف الجسم والتي يعبر عنها بعناصر اللياقة البدنية وبعض المؤشرات الفسيولوجية الأخرى، ويرتبط تميز الأفراد في جوانب اللياقة الفسيولوجية بخصائص امتلاكهم لتكوين جسمي معين، وفق ما منحهم الله تعالى من قدرات فطرية تتمثل في نوعية الألياف العضلية الغالبة على تكوينهم البدني، وكلمة الغالبة هنا تشير إلى أن المقصود هو النسبة الأكبر لنوع معين من الألياف على حساب الأنواع الأخرى، وقد اتفق العلماء على أن الألياف العضلية عموما تنقسم إلى نوعين رئيسيين هما:

١- الألياف بطيئة الانقباض Slow twitch fibers ويميزها البعض من حيث اللون فيطلق عليها اسم الألياف الحمراء Red fibers ويتميز هذا النوع من الألياف بالقدرة على أداء انقباضات عضلية متتالية لفترة طويلة من الوقت معتمدة على الأكسجين في إنتاج الطاقة ولذا فإنها تعرف أيضا بالألياف البطيئة المؤكسدة Slow oxidative ويرمز لها بالرمز (SO) ويتضح من مسمى هذه الألياف بأنها تكون بطيئة الانقباض حيث تصل إلى قمة انقباضها في زمن مقداره حوالي ١٢ ملي ثانية، ويصل معدل انقباضها إلى ١٠-١٥ انقباضة في الثانية الواحدة كما تتميز بأنها مقاومة للتعب؛ ولذا فإنها تمثل التكوين المميز لعضلات لاعبي الماراثون واختراق الضاحية ومتسابقى المسابقات الطويلة في: السباحة والجرى والدراجات والتجديف... وغيرها، وهذه الرياضات تعرف برياضات التحمل، والمقصود هنا هو التحمل الدوري التنفسي، أو فيما يعبر عنه حديثا بمصطلح «القدرات الهوائية» Aerobic Abilities وتشتمل الألياف بطيئة الانقباض على حجم أكبر من الميوجلوبين، وعدد أكبر من الميتوكوندريا والشعيرات الدموية، كما تتميز بكفاءة أكبر في إنتاج ATP بطريقة هوائية.

٢- الألياف سريعة الانقباض Fast Twitch Fibers ويميزها البعض من حيث اللون فتعرف بالألياف البيضاء White Fibers كما تتميز بسرعة انقباضاتها حيث تصل إلى قمة الانقباض في زمن مقداره حوالي ٨ ملي ثانية، ويبلغ



شكل (٦)

الخلايا العصبية واتصالها بالعضلة

معدل انقباضها ٣٠-٥٠ انقباضة في الثانية الواحدة، وتكون قوة انقباض هذا النوع من الألياف بدرجة أكبر من قوة انقباض الألياف البطيئة؛ لذا يمكن تسمية الألياف سريعة الانقباض باسم «ألياف القوة والسرعة» وعلى هذا الأساس يمكن الاستناد إلى أن اللاعبين الذين يتميزون بتكوين جسماني يتضمن نسبة غالبية من الألياف سريعة الانقباض (الألياف البيضاء) هم - بلا شك - رياضيو ألعاب القوة Strength أو ألعاب السرعة Speed أو رياضيو الألعاب التي تتميز بالقوة والسرعة معا (القدرة العضلية Muscular Power)

ويندرج تحت هذا التصنيف العداءون Sprinter -رباعو الأثقال Weight Lifters لاعبو الرمي والوثب بأنواعهما المختلفة

ويشير «تورتورا» Tortora, ٢٠٠٠ إلى أن الألياف العضلية سريعة الانقباض تنقسم بدورها إلى قسمين هما:

أ- الألياف السريعة الجليكوجينية المؤكسدة: Fast Oxidative Glycolytic ويرمز لها بالرمز FOG.

هذا النوع من الألياف يعتمد بشكل أساسى على إنتاج الطاقة بواسطة استخدام الأكسجين فى أكسدة الجليكوجين، بالإضافة إلى استخدامه لنظام آخر هو الجللكزة اللاهوائية (احتراق الجلوكوز دون استخدام الأكسجين) وتركز تلك الألياف فى عضلات الرجلين عموماً.

ب- الألياف السريعة الجليكوجينية Fast Glycolytic ويرمز لها بالرمز F G . ويعتمد هذا النوع من الألياف بدرجة أساسية على نظام الجللكزة اللاهوائية -Glycolysis، ويتركز تكوين تلك الألياف فى عضلات الذراعين.

وفى أجسامنا يختلف توزيع الألياف العضلية بنوعيتها، كما يختلف توزيع وتركيز نوعية تلك الألياف لدى بعض الأشخاص عن البعض الآخر، ومن ثم كان اختلاف الأفراد فى خصائص وعناصر اللياقة البدنية، وتشتمل عضلات الجسم على كلا نوعى الألياف العضلية: السريعة والبطيئة - على السواء - إلا أنه فى حدود الوحدات الحركية بالعضلة تشتمل كل وحدة حركية بذاتها على نوعية محددة من تلك الألياف، فهناك الوحدات الحركية سريعة الانقباض أى التى تعمل على ألياف عضلية سريعة، وهناك الوحدات الحركية التى تعمل على ألياف عضلية بطيئة الانقباض، وطبقاً لهذا المفهوم تتوقف سرعة انقباض العضلة على مقدار احتوائها على أكبر عدد من الوحدات الحركية السريعة، ويرتبط تحمل العضلة بمقدار احتوائها على عدد أكبر من الوحدات الحركية البطيئة، ويوضح جدول (٤) خصائص أنواع الألياف العضلية.

مقارنة خصائص أنواع الألياف العضلية

أولاً: الخصائص التركيبية Structural Characteristics

٢	نوع الألياف الخصائص	الألياف البطيئة المؤكسدة (SO)	الألياف السريعة المؤكسدة الجليكوجينية FOG	الألياف السريعة الجليكوجينية FG
١	قطر الليفة العضلية.	الأصغر	متوسط	الأكبر
٢	تكوين الميوجلوبين.	حجم كبير	حجم كبير	حجم صغير
٣	الميتوكوندريا.	وفيرة	وفيرة	محدودة
٤	الشعيرات الدموية.	وفيرة	وفيرة	محدودة
٥	لون الألياف.	حمراء	حمراء - وردية	بيضاء (باهتة)

ثانياً: الخصائص الوظيفية Functional Characteristics

٢	كفاءة إنتاج ATP وطريقة استخدامه	كفاءة عالية، تتم بواسطة التنفس الخلوى الهوائى	كفاءة متوسطة، تتم بواسطة كل من التنفس الخلوى الهوائى والجلوكزة اللاهوائية	كفاءة منخفضة، تتم بواسطة التنفس الخلوى اللاهوائى (الجلوكزة اللاهوائية) فقط.
١	سرعة الانقباض.	بطيئة	سريعة	سريعة
٢	مقاومة التعب.	عالية	متوسطة	منخفضة
٣	مخزون الجليكوجين.	منخفض	متوسط	كبير
٤	أماكن توافرها بالجسم.	عضلات القوام وخاصة العضلات الناصبة للرقبة	عضلات الرجلين	عضلات الذراعين
٥	الوظائف الرئيسية.	حفظ قوام الجسم وأداء أنشطة التحمل	المشي والعدو	الحركات بالغة السرعة قصيرة الدوام

تأثير التدريب الرياضى على نوعية الألياف العضلية:

ذكرنا فيما سبق أن الألياف العضلية السريعة تنقسم لنوعين هما: الألياف سريعة الانقباض الجليكوجينية التى تعتمد على الأكسجين فى إطلاق طاقة الانقباض، والأخرى هى التى لا تعتمد على الأكسجين فى إنتاج تلك الطاقة، ويرى بعض العلماء أن التدريب الرياضى يمكن أن يؤثر على نوعية الألياف العضلية من حيث اكتسابها أو فقدانها لبعض خصائصها التكوينية أو الوظيفية مع الاحتفاظ بتقسيماتها المعروفة، بمعنى أنه نتيجة لتركيز التدريب الرياضى على استخدام تمارين التحمل لفترات طويلة مثلاً، سوف ينتج عن ذلك اكتساب بعض الألياف العضلية سريعة الانقباض خاصية التحمل، ومن المرجح أن يكون ذلك على حساب الألياف السريعة الوسيطة، (السريعة الجليكوجينية المؤكسدة FOG)، ولقد توصلت بعض الدراسات إلى أن تدريب متسابقى المسافات القصيرة على الجرى لمسافات طويلة يؤدي إلى زيادة عنصر التحمل لديهم ولكنهم يفقدون بعضاً من سرعتهم، كذلك الحال عند تدريب لاعبي التحمل على تدريبات السرعة أو القوة ذات الشدة العالية، فإن أليافهم العضلية الحمراء (بطيئة الانقباض) سوف تكتسب خاصية السرعة فى حين تفقد جزءاً من قدرتها على التحمل، ويشير بعض العلماء إلى أن هناك نوعاً خاصاً من الألياف الحمراء تتميز بقدرتها على الانقباض السريع على الرغم من الاحتفاظ بخصائصها الأخرى كألياف حمراء (بطيئة الانقباض).

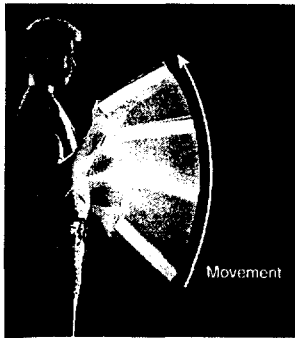
وفى الوسط الرياضى تنتشر مقولة مؤداها «أن العداء يولد ولا يصنع» أى أن لاعب السرعة يولد مؤهلاً لأن يكون كذلك وفقاً لما يتوارثه من خصائص تكوينية تتمثل فى زيادة نسبة الألياف العضلية سريعة الانقباض، هذا الموضوع لا جدال فيه، إلا أنه يجب أن يؤخذ فى الاعتبار ما تمت الإشارة إليه من إمكانية تأثير نوعية التدريب الرياضى على تعديل خصائص بعض الألياف العضلية، وخاصة عندما يتسم تدريب اللاعب بالجدية والمثابرة التى قد تمتد لعدة سنوات حتى يمكن إحداث ذلك التأثير الذى قد يميز لاعباً أقل توارثاً لعنصر السرعة على لاعب آخر أفضل إمكانية وتكويناً للألياف الخاصة بذلك ولكنه يفتقر إلى الجدية فى التدريب، أو أن تدريباته البدنية لا تركز بدرجة كبيرة على عنصر السرعة فى اللياقة، هذا فى الوقت الذى لا يمكن فيه إغفال أهمية العامل الوراثى إذا أحسن استغلاله فى عملية التدريب.

أشكال الانقباض العضلي وأنواعه Muscular Contraction Types

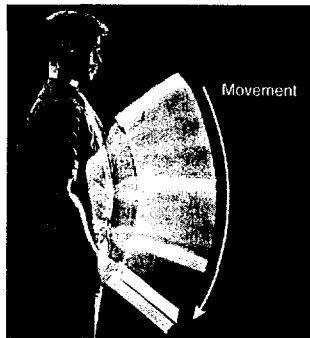
تختلف أشكال الانقباض العضلي تبعاً للتغير الذي يحدث في طول العضلة ومقدار ما يتولد بها من توتر ينشأ عنه تثبيت أو تحريك بعض أجزاء الجسم، وهناك نوعان أساسيان من الانقباض العضلي هما:

١- الانقباض العضلي الثابت (الأيزومتري) Isometric Muscular Contrac-

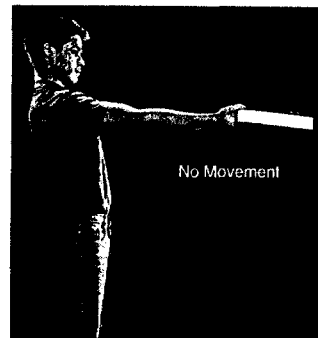
tion في هذا النوع من الانقباض ينشأ توتر بالعضلة عند انقباضها، إلا أنه لا يحدث تغيراً في طول الألياف العضلية وبناءً على ذلك لا يظهر عملاً ميكانيكياً للعضلة، فلا تستطيع أن ترفع ثقلاً معيناً أو تحركه، ومن أمثلة ذلك توتر العضلات التي تحافظ على بقاء الجسم في وضع قوامي معتدل Postural Muscles ومن أهمها عضلات الظهر والعضلات الباسطة للفخذين والساقين، فانقباض هذه العضلات لا تنتج عنه حركة ظاهرة للجسم، ولكنها تعمل على اتزان الجسم ومقاومته لتأثيرات الجاذبية الأرضية أثناء الوقوف والجلوس...، كذلك فإنه عند محاولة الشخص دفع مقاومة ثابتة تفوق قدراته البدنية كدفع جدار أو جهاز مثبت بالأرض، وعند محاولة لاعب الجمباز الثبات بالجسم في وضع معين لفترة ما، مثل الثبات في وضع تعلق الزاوية على جهاز الحلق أو الوقوف على الذراعين... ومقدار الانقباض الحادث بالعضلات للمحافظة على هذه الأوضاع.



ج - انقباض مركزي



ب - انقباض لامركزي



أ - انقباض أيزومتري (ثابت)

شكل (٧)

بعض أنواع الانقباض العضلي

٢- الانقباض العضلي المتحرك (الديناميكي) - Dynamic Muscular Contrac-

tion ويعرف هذا النوع بالانقباض متغير الطول أو الأيزوتوني (Isotonic) وفي هذا الانقباض يتولد توتر بالعضلة، ويحدث تغيرا في طول أليافها، ونتيجة لذلك تؤدي العضلة عملا ميكانيكيا ظاهرا مثلما يحدث في العديد من الحركات التي نقوم بها في حياتنا اليومية كالمشي والجري واستخدام اليد في الكتابة أو تناول الطعام... وكذلك بالنسبة لأداء مختلف المهارات والأنشطة الرياضية، وحيث إن النوع الثاني (الديناميكي) هو الأكثر استخداما في مجال التدريبات البدنية، لذا فإننا نتناول فيما يلي أنواع هذا الانقباض ومجالات استخدام كل منها في التدريب الرياضي.

أنواع الانقباض العضلي الديناميكي (الأيزوتوني):

تتلخص أنواع الانقباض العضلي الديناميكي في النماذج التالية:

١- الانقباض الأيزوتوني المركزي Concentric Isotonic Contraction

وفي هذا النوع من الانقباض تقلص العضلة بتقصير أليافها ويكون تقلص الألياف في اتجاه مركز العضلة، ويحدث هذا النوع من الانقباض نتيجة زيادة القوة الناتجة من العضلة مقابل المقاومة التي تلاقها، ومن أمثلة ذلك جميع حركات الانقباض العضلي أو التمرينات التي تؤدي إلى حدوث ثني Flexion في المفصل، مثل انقباض العضلة ذات الرأسين العضدية Biceps Brachials التي تعمل على ثني الساعد على العضد، وانقباض العضلة الرفيعة الفخذية Gracilis التي تعمل على ثني الفخذ.

٢- الانقباض الأيزوتوني اللامركزي Eccentric Isotonic

وفيه تنقبض العضلة في عكس الاتجاه السابق، أي بعيدا عن مركزها، والانقباض هنا يحدث بالتطويل في الألياف العضلية، وهذا الانقباض ينتج غالبا عن زيادة مقدار المقاومة عن القوة الناتجة بواسطة العضلة، ومن أمثلة ذلك الانقباض الذي يحدث بواسطة العضلات المشنية للذراعين Arm flexors عند حركة خفض الجسم بعد الشد على جهاز العقلة، أو كما يحدث عند مقاومة عضلات الرجلين لثقل الجسم أثناء عمل ثني للركبتين... وهكذا.

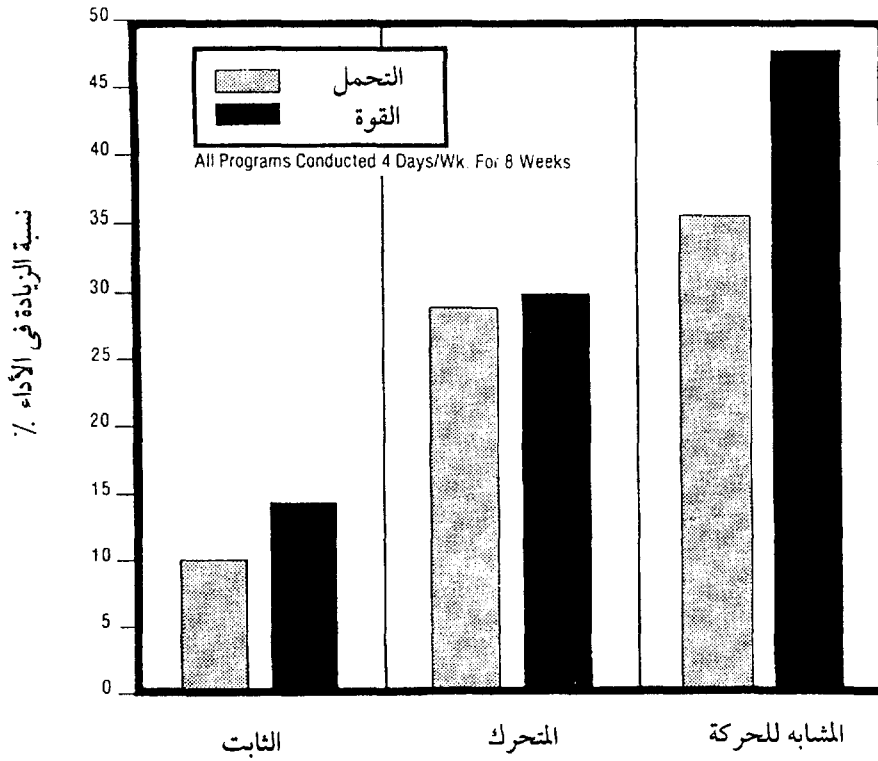
٣- الانقباض المشابه للحركة (أيزوكينتيك) Isokinetic

وهو نوع الانقباض العضلى الذى يؤدى بسرعة ثابتة وعلى المدى الكامل لحركة بحيث يأخذ الشكل الطبيعى لأداء الحركات الفنية التخصصية، فتقصر الألياف العضلية أو تطول عند انقباضها وفقا للحركة المطلوبة، ومن أمثلة ذلك حركات الشد فى السباحة والتجديف.

٤- الانقباض البليومتري Plyometric Contraction

وفيه تمط العضلة بأكثر من طولها العادى قبل الانقباض مباشرة، وبعبارة أخرى فإن الانقباض يتم من خلال عمليتين متتاليتين فى اتجاهين مختلفين، يبدأ الانقباض بعمل مطاطية سريعة للعضلة Stretch كاستجابة لتحميل متحرك مما ينبه أعضاء الحس العصبية العضلية Proprioceptive neuromuscular فتقوم بعمل رد فعل انعكاسى يحدث انقباضا عضليا سريعا يتم بطريقة تلقائية، ويحدث ذلك عند أداء الكثير من المهارات الرياضية فأداء حركات الوثب لأعلى التى يقوم بها لاعبو الكرة الطائرة عند عمل حائط الصد Block كما يتمثل ذلك فى جميع حركات الارتقاء Take off التى تسبق مهارات ألعاب الوثب بأنواعه المختلفة، كذلك يلاحظ الانقباض البليومتري فى أنواع الحركات التمهيديّة التى تسبق مهارات ألعاب الرمى وركل الكرات فى ألعاب الكرة.

وتختلف تأثيرات التدريب باستخدام أنواع الانقباضات العضلية السابقة، فى تنمية القوة العضلية والتحمل العضلى الموضعى، حيث يساهم التدريب المشابه للحركة -Isokinetic بنحو ٤٨٪ فى تنمية القوة العضلية، بينما يساهم التدريب بالانقباض الأيزوتونى Isotonic بنسبة ٢٩٪ تقريبا مقابل ١٩٪ لتأثير التدريب بالانقباضات الثابتة Isometric وفى تنمية التحمل العضلى الموضعى تصل نسبة المساهمة فى تنمية هذا العنصر عند استخدام أنواع التدريبات السابقة (المشابه للحركة - الأيزوتونى - الثابت) إلى نسب مئوية مقاديرها (٣٦٪، و ٢٩٪، و ١٠٪ تقريبا على التوالى) على أساس أن يكون التدريب بمعدل (٤) مرات فى الأسبوع ويستمر البرنامج لمدة (٨) ثمانية أسابيع على الأقل، انظر شكل (٨).



شكل (٨)

مقارنة تخطيطية لنسبة مساهمة أنواع التدريبات العضلية الثابتة، والمتحركة،
والمشابهة للحركة في تنمية القوة العضلية والتحمل العضلي الموضعي

الفصل الثالث

اللياقة العضلية العصبية واختباراتها

Neuromuscular Fitness and Tests



معنى ومفهوم اللياقة العضلية العصبية:

من دراستنا لموضوع الجهاز العصبى العضلى وحركة الجسم ومن خلال ما تم طرحه بالفصل الثانى من هذا الكتاب، يمكننا أن نخلص إلى أن اللياقة العضلية العصبية تعنى مقدار كفاءة العضلة فى أداء وظيفتها الأساسية وهى الانقباض العضلى - بأنواعه ودرجاته المختلفة - بالتآزر والتوافق التام مع عمل الجهاز العصبى لأداء الانقباضات بالقوة والسرعة اللازمة، كما أنها تشمل القدرة على تحمل تكرار الانقباضات القوية (التحمل العضلى) وتميز العضلة بدرجة جيدة من المطاطية Stretch.

ويلاحظ من هذا المفهوم بأن اللياقة العضلية العصبية تتضمن فى مجملها عددا من العناصر الأساسية للياقة البدنية هى: القوة العضلية - السرعة - التحمل العضلى، بالإضافة إلى تميز العضلات بخاصية المطاطية.

أولاً: القوة العضلية Muscular Strength

تعرف القوة العضلية بأنها قدرة العضلة فى التغلب على مقاومة خارجية أو مواجهتها كما تعرف بأنها: أقصى مقدار للقوة يمكن للعضلة أدائه فى أقصى انقباض عضلى واحد.

أنواع القوة العضلية:

هناك ثلاثة أنواع للقوة العضلية هى:

١- القوة القصوى، Maximum Strength

وهى أقصى قوة يستطيع الشخص إنتاجها إراديا ضد مقاومة ثابتة أو متحركة، فقد تكون هذه المقاومة ثابتة مثل الثبات فى وضع معين للجسم أو المصارعة أو فى دفع مقاومة ثابتة، وتسمى فى هذه الحالة بالقوة القصوى الثابتة Static Maximum Strength، كما قد يتم التغلب على المقاومة مثل أداء حركات رفع الأثقال أو الرمى، وتسمى القوة فى هذه الحالة بالقوة القصوى المتحركة Maximum Dynamic Strength.

٢- القوة المميزة بالسرعة، Strength Characterized by Speed

وتعنى قدرة الجهاز العصبي على إنتاج قوة سريعة، وهذه تتميز بأنها تتضمن عملية الدمج بين السرعة والقوة فى مكون واحد، ومثال ذلك أداء ألعاب الرمي بأنواعه المختلفة والوثب بأنواعه ومهارات ضرب الكرة بالقدم أو ضربات الإرسال فى التنس...

٣- تحمل القوة، Strength Endurance

وتعنى قدرة الجهاز العصبي على التغلب على مقاومة معينة لأطول فترة زمنية ممكنة فى مواجهة التعب وعادة ما تتراوح تلك الفترة ما بين ٦ ثوان إلى ٨ دقائق.

العوامل الفسيولوجية المؤثرة على القوة العضلية:

هناك عدد من العوامل ذات التأثير على القوة العضلية من أهمها ما يلى:

أ - المقطع الفسيولوجى للعضلة:

ويقصد به مجموع مقطع كل ألياف العضلة الواحدة، وكلما زاد هذا المقطع زاد مقدار القوة العضلية.

ومن المعروف أن عدد الألياف العضلية يتكون وراثيا، ويظل ثابتا لا يتغير نتيجة التدريب الرياضى أو خلافه، أما الزيادة فتكون فقط فى حجم هذه الألياف العضلية فيما يعرف بالتضخم Hypertrophy.

ب - درجة إثارة الألياف العضلية:

تزداد القوة العضلية كلما زادت درجة استثارة الألياف العضلية أو أكبر عدد من الوحدات الحركية.

ج - حالة العضلة قبل بدء الانقباض:

كلما زادت درجة تمدد العضلة ومطها قبل بداية الانقباض؛ زادت قوة الانقباض ومثال على ذلك الحركات التمهيدية التى تسبق ضرب الكرة باليد أو القدم أو حركة رمي الرمح.

د - فترة أوزمن الانقباض العضلى:

هناك علاقة عكسية بين زمن الانقباض العضلى وقوته، فكلما زادت فترة الانقباض العضلى انخفض مقدار القوة العضلية المنتجة والعكس صحيح.

هـ - نوع الألياف العضلية:

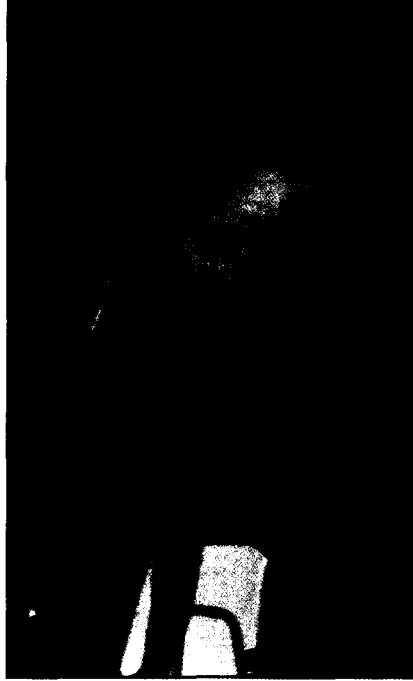
وقد تعرضنا لشرح هذا الموضوع فى الفصل السابق .

و - درجة التوافق بين العضلات المشتركة فى الانقباض العضلى:

ويتضمن هذا العامل درجة التوافق والتنسيق الداخلى فى ألياف العضلة الواحدة أثناء أدائها للانقباض، كذلك درجة التوافق بين العضلات العاملة والعضلات الأخرى المقابلة لها أو العضلات غير العاملة، وكلما زادت درجة التوافق تلك زاد مقدار القوة العضلية .

ز - الإفادة من النظريات الميكانيكية:

مثل استخدام وتطبيق نظريات الروافع كإطالة ذراع القوة للتغلب على مقاومة خارجية، وهذا يساعد على إنتاج قوة بدرجة أكبر وأفضل .



شكل (٩)

يحتاج السباحون إلى التميز فى مختلف أنواع السرعة كأساس للتفوق والإنجاز

ح - العامل النفسى:

تؤثر الجوانب النفسية التى يتميز بها الفرد والحالة التى يمر بها كالحماس، قوة الإرادة والثقة بالنفس على زيادة إنتاج القوة العضلية، بينما تؤثر حالات الاكتئاب، ضعف الثقة بالنفس ونقص الدافعية سلبيا على مقدار القوة العضلية.

ثانيا: السرعة: Speed

تعرف السرعة بأنها: القدرة على تحريك أطراف الجسم أو جزء من روافع الجسم أو الجسم ككل فى أقل زمن ممكن.

أنواع السرعة:

هناك ثلاثة أنواع للسرعة هى:

١ - السرعة الانتقالية: Sprint ويقصد بها سرعة التحرك وانتقال الجسم من نقطة إلى نقطة أخرى فى أقل زمن ممكن.

٢ - السرعة الحركية: Movement Speed ويقصد بها القدرة على أداء حركة أو مجموعة من الحركات بجزء أو أكثر من أجزاء الجسم فى أقل زمن ممكن.

٣ - سرعة رد الفعل: Reaction Time Speed وهى الفترة الزمنية التى تنقضى بين لحظة ظهور مثير معين وبداية الاستجابة لهذا المثير.

ويرتبط نوعا السرعة الحركية والانتقالية فسيولوجيا بالجهاز العصبى المركزى من خلال التبادلات السريعة بين عمليات الاستثارة Stimulation وعمليات المنع أو الكف العصبى Inhibition.

العوامل الفسيولوجية المؤثرة على السرعة:

يتأثر عنصر السرعة بمجموعة من العوامل الفسيولوجية التى من أهمها ما يلى:

١ - العامل الوراثى: ويقصد به نوع الألياف العضلية والنسبة الغالبة منها فى تكوين الألياف العضلية لدى الشخص والتى يتم اكتسابها وراثيا، فكلما كانت نسبة الألياف العضلية السريعة Fast Twitch Fibers لدى أحد الأفراد أكبر اكتسب ميزة أفضل فى إمكانية توافر عنصر السرعة لديه.

٢- خصوصية النشاط والتدريب الرياضي: ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار بأن التدريبات التخصصية للسرعة الحركية Movement Speed لا تؤدي بالضرورة إلى زيادة نوع السرعة الانتقالية Sprint إلا أنها سوف تؤدي قطعاً إلى زيادة العنصر المستهدف وهو السرعة الحركية.

٣- الإحماء الجيد: يؤدي إلى زيادة وتحسين عنصر السرعة.

٤- المرونة والمطاطية: كلما أمكن تجهيز العضلات والمفاصل والأربطة بتمرينات للمرونة والمطاطية قبل أداء تدريبات أو سباقات السرعة أمكن من الناحية الميكانيكية زيادة مقدار السرعة الناتجة.

٥- زيادة طول الخطوة في العدو أو الجري وزيادة طول ذراع الشد في السباحة تعمل على زيادة عنصر السرعة.

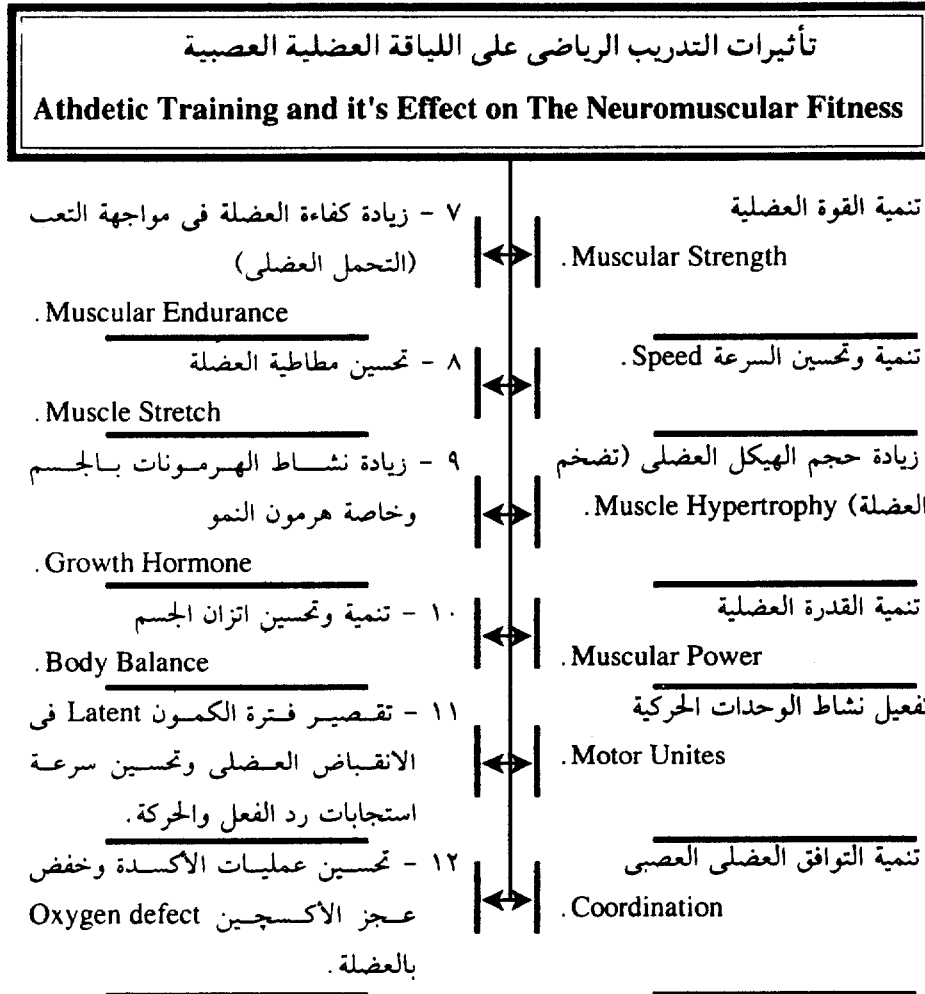
٦- مرحلتا تزايد السرعة وتثبيت السرعة: في مرحلة تزايد السرعة لا يمكن أن يصل العداء إلى أقصى سرعة له قبل ٥-٦ ثوان، وعلى هذا يتطلب الأمر بأن يقطع العداء مسافة لا تقل عن ٣٥-٥٠ متراً حتى يصل إلى أقصى سرعة له، ثم يلي ذلك المحافظة على هذه السرعة وتثبيتها بقدر الإمكان قبل الوصول إلى التعب، ويؤثر هذان العاملان بدرجة كبيرة على مقدار السرعة المنتجة ارتباطاً بالمسافة المطلوبة للسباق.

ثالثاً: التحمل العضلي: Muscular Endurance

يعرف التحمل العضلي بأنه: قدره العضلة أو المجموعة العضلية على أداء عدة انقباضات عضلية ضد مقاومة معينة لفترة من الوقت، أو المحافظة على الانقباض الأيزومتري لأطول فترة زمنية ممكنة.

ويعتبر التحمل العضلي من المكونات الأساسية للياقة البدنية حيث يرتبط بجميع أنواع الأنشطة الرياضية ويميز العضلات بقدرتها على الأداء لأطول فترة ممكنة في مواجهة الشعور بالتعب الموضعي الناتج عن تكرار الانقباضات العضلية القوية، ووفقاً لحجم تكرار الانقباضات العضلية ودرجة القوة المستخدمة (الشدة Intensity) يقسم العلماء التحمل العضلي إلى أنواع ثلاثة هي: التحمل العضلي القصير Short Term Endurance - التحمل العضلي المتوسط Intermediate Endurance والتحمل العضلي الطويل Long Term Endurance.

بناء على ما تم تناوله من مفهوم اللياقة العضلية العصبية ومكوناتها الأساسية، يمكن تلخيص تأثيرات التدريب الرياضى على هذا النوع من اللياقة فى النقاط التى يعرضها الشكل التالى:



شكل (١٠)

تلخيص تأثيرات التدريب الرياضى على اللياقة العضلية العصبية

ونظرا لأهمية اللياقة العضلية العصبية للأداء فى مختلف الأنشطة والألعاب الرياضية؛ لذا فإننا سوف نتناول التأثيرات السابق عرضها بنوع من التحليل والتوضيح.

أ - تنمية القوة العضلية Muscular Strength : يؤدى التدريب الرياضى إلى زيادة القوة العضلية للاعب كنتيجة لتأثير تدريبات المقاومة - وخاصة



شكل (١١)

لاعبو بناء الأجسام Body builders والتضخم العضلى الناتج عن تأثير نوعية التدريب على المكونات التركيبية للعضلة (المقطع العرضى)

المقاومات الكبيرة التى تتطلب القوة القصوى أو الأقل من القصوى - وتأثير ذلك على زيادة عدد وحجم اللويحات العضلية Myofibrils واتساع المقطع الفسيولوجى (الوظيفى) للعضلة، وهذا ما يميز تدريبات لاعبى رفع الأثقال . Weight Lifters

ب - تنمية وتحسين السرعة Speed: التدريب الرياضى يعمل على تنمية وتحسين عنصر السرعة بأنواعها المختلفة من خلال تأثير تدريبات السرعة على تطوير كفاءة المسارات العصبية العضلية التى تحسن معدل التردد الحركى لأجزاء الجسم.

ج - زيادة حجم الهيكل العضلى (تضخم العضلة) Hypertrophy: التدريب الرياضى المنتظم يؤدى إلى زيادة حجم الهيكل العضلى بالجسم (حجم عضلات الجسم) كنتيجة لتأثير استخدام تدريبات القوة العضلية، وما ينتج عن ذلك الاستخدام من زيادة حجم العضلة على حساب زيادة مخزون مواد الطاقة بها مثل الجليكوجين وفوسفات الكرياتين بالإضافة إلى زيادة حجم الميوغلوبين والأنسجة الضامة بالعضلة، وارتفاع كثافة الشعيرات الدموية فيزداد حجم الساركوبلازم Sarcoplasm وهو السائل الذى يملأ فراغ الألياف العضلية من الداخل فيزداد المقطع العرضى للعضلة (حجم العضلة ككل) وهذا ما يميز تدريبات لاعبى بناء الأجسام Body Builders.

د - تنمية القدرة العضلية Muscular Power: يؤدى التدريب الرياضى إلى الارتقاء بعنصر القدرة العضلية للجسم وهى عبارة عن محصلة: القوة العضلية - السرعة، أى مقدار إنتاج أقصى قوة عضلية ممكنة فى أقل زمن.

هـ - تفعيل نشاط الوحدات الحركية Motor Units: التدريب الرياضى يؤدى إلى تفعيل نشاط الوحدات الحركية ومشاركة أكبر عدد ممكن من تلك الوحدات فى أداء الانقباضات العضلية - خاصة تلك التى تحتاج إلى درجة كبيرة من القوة، كما أن التدريب الرياضى المنتظم يؤدى إلى تحسين تزامن عمل الوحدات الحركية بمعنى استجابتها للعمل فى توقيت موحد بقدر الإمكان، مما يؤدى إلى زيادة إنتاج القوة العضلية.

و - تنمية التوافق العضلي العصبي Coordination: يؤدي التدريب الرياضى إلى زيادة عمليات التوافق والتآزر العضلي الذى يمكن الرياضى من أداء الحركات التى تتميز باستخدام أكثر من جزء من أجزاء الجسم فى وقت واحد بدرجة عالية من المهارة والجودة مع الاقتصاد فى الطاقة المبذولة من خلال توجيه وتنسيق استخدام المجموعات العضلية التى تستلزمها بالتحديد طبيعة المهارة أو الجهد المطلوب، كما أن التدريب الرياضى المنتظم يعمل على تنظيم العمليات العصبية التبادلية التى تتراوح بين الاستثارة Stimulation والكف أو المنع العصبى Inhabitation.

ز - تنمية التحمل العضلى Muscular Endurance: تؤدى ممارسة التدريب الرياضى إلى تنمية وتحسين قدرة العضلة على مواجهة التعب الناتج عن الأداء المتكرر للانقباضات العضلية التى تتميز بدرجة معينة من القوة، وهذا ما يعبر عنه باكتساب اللاعب عنصر التحمل العضلى، ويرتبط بذلك أيضا اكتساب اللاعب القدرة على تحمل الألم الناتج عن تكرار الانقباضات القوية وتحمل تركيز حامض اللاكتيك بالعضلات والدم.

ح - تحسين مطاطية العضلة Muscle Stretch: يؤدى التدريب الرياضى إلى تحسين مطاطية العضلات والأربطة والأنسجة الضامة المحيطة بمفاصل الجسم، مما يعمل على تحسين مرونة المفاصل وزيادة المدى الحركى لها.

ط - زيادة نشاط الهرمونات Hormones: يعمل التدريب الرياضى على زيادة نشاط الهرمونات وخاصة هرمون النمو Growth Hormone الذى يؤدى إلى تحسين العمليات البنائية لنمو الأنسجة العضلية بالجسم، ويعبر ذلك التأثير عن الدور الإيجابى لتأثير ممارسة الرياضة على زيادة وتحسين عمليات النمو بالنسبة للأطفال، كما يسهم التدريب الرياضى فى تحسين عمل الأنزيمات وخاصة الأنزيمات التى تساعد على تخزين وإطلاق الطاقة بالعضلة.

ى - تحسين اتزان الجسم Body Balance: تلعب تأثيرات التدريب الرياضى فى تنمية القوة العضلية دورا كبيرا فى تحسين السيطرة على اتزان الجسم، حيث أثبتت الدراسات العلمية أن قوة عضلات الظهر والرجلين وخاصة العضلة التوأمية (بطة الساق) Calve's muscal تسهم فى حفظ اتزان الجسم، ويظهر



شكل (١٢)

يؤثر التدريب الرياضى فى تطوير لياقة الجهاز العصبى العضلى لتصل إلى أعلى مستوياتها لدى لاعبي ولاعبات الجمباز متمثلة فى بعض العناصر مثل التوافق العضلى العصبى والقدرة العضلية والاتزان الحركى

تأثير ذلك بشكل كبير. مع تقدم الأفراد فى العمر ومقارنة الرياضيين بغير الرياضيين، هذا فضلا عن دور الأجهزة والأعضاء الأخرى المسؤولة عن وظائف اتزان الجسم.

ك - تقصير فترة كمون العضلة Latent period: يؤثر التدريب الرياضى المنتظم على تقصير فترة الكمون أو الخمول وهى الفترة التى تنقضى بين بداية التنبيه العصبى وبداية انقباض العضلة وهذا ما يعبر عن نماء عنصر سرعة رد الفعل لدى اللاعب Speed of reaction time.

ل - تحسين عمليات الأكسدة وتقليل عجز الأكسجين: يؤدى التدريب الرياضى إلى تحسين عمليات الأكسدة بالعضلة نتيجة لتزايد حجم الميوجلوبين Myo-globin بها وما يرتبط بذلك من امتصاص العضلة لقدرة أكبر من الأكسجين، فضلا عن زيادة كثافة الشعيرات الدموية فى العضلات المدربة، الأمر الذى ينتج عنه تقليل عجز الأكسجين Oxygen Defect الذى يتعرض له اللاعب أثناء الأداء وخاصة فى التدريبات التى تحتاج إلى سرعة وقوة فى أداء الانقباضات العضلية مع الاستمرار فى ذلك لفترة زمنية طويلة نسبيا.

اختبارات اللياقة العضلية العصبية

Neuromuscular Fitness Tests

يمكن اختبار وقياس اللياقة العضلية العصبية للفرد بواسطة عدة طرق، منها ما هو معملى دقيق يحتاج إلى إجراءات معقدة، ومنها الاختبارات البسيطة سهلة التطبيق ميدانيا، وعموما فإن أهم الاختبارات التى تستخدم فى هذا المجال ما يلى:

١- اختبار عينة النسيج العضلى Muscle Biopsy Test.

٢- اختبارات قوة الانقباض العضلى (اختبارات القوة العضلية Muscular Strength Tests).

٣- اختبارات السرعة القصوى ومعدل التردد الحركى Maximum Speed Tests.

- ٤- استخدام رسم العضلات الكهربائي ECG.
 - ٥- اختبارات زمن رد الفعل والحركة Reaction-Movement Time.
 - ٦- اختبارات القدرة العضلية Muscular Power Tests.
- وفيما يلي نعرض بعضاً من هذه الطرق:

أولاً: اختبار عينة النسيج العضلي: Muscular Biopsy Test

يعتمد هذا الاختبار على أخذ عينة مباشرة من النسيج العضلي لجسم اللاعب للقيام بتحليلها معملياً، وحتى وقت قريب كان استخدام هذه الطريقة في دراسة تكوين النسيج مقتصرًا على حيوانات التجارب ولم تتطرق الدراسة إلى جسم الإنسان، إلا أنه في الآونة الأخيرة ومع التقدم التكنولوجي وحاجة البحث العلمي إلى التعرف على مزيد من المعلومات التي تخص الإنسان، استخدمت هذه الطريقة وبشكل خاص في مجال دراسة نوعية الألياف العضلية التي يتميز بها لاعبو رياضات معينة، أو للتعرف على تأثيرات التدريب على هذه المكونات، وتستخدم في هذه الطريقة إبرة جراحية خاصة، حيث تؤخذ العينة - غالباً - من العضلات الهيكلية التي تتميز باحتوائها على عدد أقل من الأوعية الدموية كبيرة الحجم وكذلك عدد أقل من الأعصاب، كالعضلة التوأمية للساق Calve Muscle أو العضلة الدالية للكتف Deltoid Muscle أو العضلة المتسعة الفخذية Vastus Femoris، وبعد أخذ العينة من العضلة بواسطة الإبرة الخاصة بذلك يتم تبريدها سريعاً، ثم تجزأ العينة إلى شرائح رقيقة يتم تلوينها حتى تختبر مجهرياً للكشف عن نوعية الألياف العضلية وحجمها وتقدير تكويناتها من مواد الطاقة الفوسفاتية والجليكوجينية وكذا بعض خصائص نشاط الإنزيمات بها، انظر شكل (١٣).

وتظهر الألياف العضلية البيضاء باللون الفاتح (الباهت) كما تظهر الألياف العضلية الحمراء باللون الداكن كما هو موضح بالصورة المجهرية للشكل (١٤).

ثانياً: اختبارات قوة الانقباض العضلى (اختبارات القوة العضلية):

يستخدم عادة جهاز «الديناموميتر» Dynamometer فى قياس القوة العضلية، وهناك عدة أشكال لهذا الجهاز يختلف تصميم كل منها تبعاً لطبيعة استخدامه لقياس قوة عضلات معينة بالجسم، وفيما يلى عرض لبعض طرق قياس القوة العضلية:

١- قياس قوة القبضة (Hand Grip Strength):

يستخدم هذا الاختبار على نطاق واسع فى مجال الاختبارات الفسيولوجية والبدنية، حيث يرى بعض العلماء بأنه يعد مؤشراً لحالة الجسم عامة، ويستخدم لقياس قوة القبضة جهاز ديناموميتر القبضة Hand Grip Dynamometer شكل (١٥) بحيث يمسك المختبر الجهاز فى راحة اليد ويتم القبض بالأصابع على مقبض الجهاز، وفى أثناء ذلك يمكن التحكم فى تقريب أو تباعد مقبض الجهاز حسب حجم القبضة وطول أصابع اليد للشخص المختبر (هذه الخاصية متوافرة حالياً بالأجهزة الموجودة بالأسواق وتساعد فى تفادى تأثير اختلافات طول الكف والأصابع وحجم قبضة اليد لدى الأفراد المختبرين على نتائج قياساتهم لقوة القبضة) بعض هذه الأجهزة يعمل بنظام المؤشر Indicator والبعض الآخر يعمل بالنظام الرقمى Digital.

- وفى طرق القياس يطلب من المختبر أن يمد ذراع اليد بعيداً عن الجسم، وألا يحاول سند المرفق على الجذع أو يحاول المساعدة بأى شكل، ثم يقوم بالضغط على مقبض الجهاز (عصر المقبض) بأقصى قوة ممكنة لتؤخذ قراءة مؤشر الجهاز وهى تعبر مباشرة عن مقدار قوة القبضة.

- يعطى كل مختبر محاولتين وتحتسب له أفضل قراءة.

- يفضل استخدام القياس للقبضة اليمنى والقبضة اليسرى، ثم يحسب إجمالى القوة للقبضتين أو يتم حساب المتوسط لهما، كما يستخدم فى بعض الأحيان قياس قوة القبضة لليد المميزة فى الاستخدام (اليمنى أو اليسرى).

- يمكن الكشف عن مستوى لياقة قوة القبضة بالاستناد إلى بعض المعايير الخاصة بذلك لكل من الذكور والإناث، والجدول (٥) يعرض نموذجاً من تلك المعايير التى تلائم المرحلة السنية ١٨-٣٠ سنة.



(ج)

شكل (١٣)

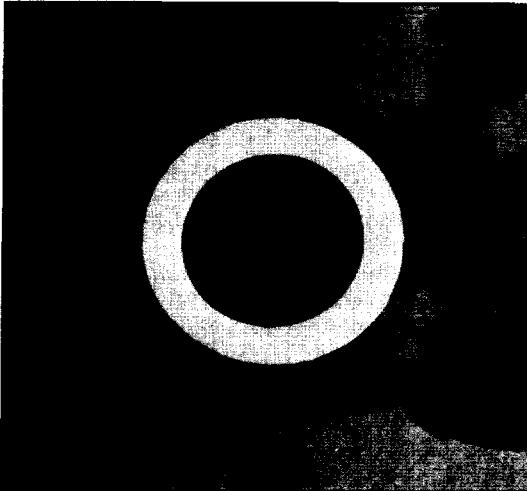
صورة توضيحية لطريقة أخذ عينة النسيج
العضلي من عضلة خلف الساق gastrocnemius
الشكل (أ) ومن العضلة المتسعة الفخذية Vastus
Femoris الشكل (ب) بينما يوضح الشكل (ج)
طريقة تبريد عينة النسيج العضلي بواسطة
النتروجين السائل Liquid nitrogen



(ب)

نقلا عن: ١ - «نوبل» Noble, 1986, p15

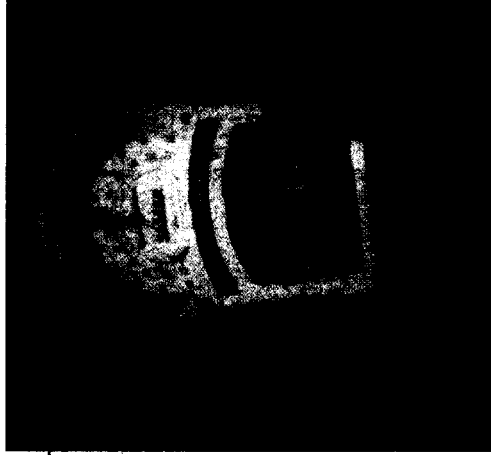
٢ - «ويلمور» Wilmore, 1982, p11



شكل (١٤)

صورة مجهرية لأنواع الألياف البيضاء
والحمراء كما تظهر بعد تحليل عينة
النسيج العضلي

نقلا عن «ويلمور» Wilmore, 1982, p11



شكل (١٥)

قياس قوة القبضة باستخدام جهاز ديناموميتر القبضة

جدول (٥)

معايير قوة القبضة للذكور والإناث ١٨ - ٣٠ سنة

القبضة اليسرى (كجم)		القبضة اليمنى (كجم)		التقدير
إناث	ذكور	إناث	ذكور	
أقل من ٣٧	أكبر من ٦٨	أكبر من ٤١	أكبر من ٧٠	ممتاز
٣٦ - ٣٤	٦٧ - ٥٦	٤٠ - ٣٨	٦٩ - ٦٢	جيد
٣٣ - ٢٢	٥٥ - ٤٣	٣٧ - ٢٥	٦١ - ٤٨	متوسط
٢١ - ١٨	٤٢ - ٣٩	٢٤ - ٢٢	٤٧ - ٤١	ضعيف
أقل من ١٨	أقل من ٣٩	أقل من ٢٢	أقل من ٤١	ضعيف جدا

عن: «روبيرجز، وروبرتس» 279 p. Robergs and Roberts, 2000

٢ - استخدام اختبار قوة القبضة فى قياس التحمل العضلى

(Muscular Endurance):

يمكن قياس التحمل العضلى بواسطة قياس قوة القبضة، ذلك على أساس أن اختبار قدرة الشخص على الاحتفاظ بمستوى معين للقوة العضلية لأطول فترة زمنية ممكنة يكون معبرا عن درجة التحمل العضلى الثابت، ويتم ذلك الاختبار بعد تحديد مقدار القوة القصوى لقبضة المختبر ثم تحديد نسبة معينة من هذا المقدار ٥٠٪ أو ٧٥٪ (فى الغالب) ويطلب من المختبر أن يمسك بمقبض الجهاز ويضغط عليه حتى يصل المؤشر إلى الرقم المستهدف، يطلب من المختبر الاحتفاظ بهذا المستوى من القوة ويحسب له زمن الاستمرار فى ذلك، حيث يوقف زمن الاختبار عند انخفاض مؤشر القوة عن الرقم المحدد سلفا للمختبر.

٣ - اختبار قوة عضلات الظهر (Back Strength):

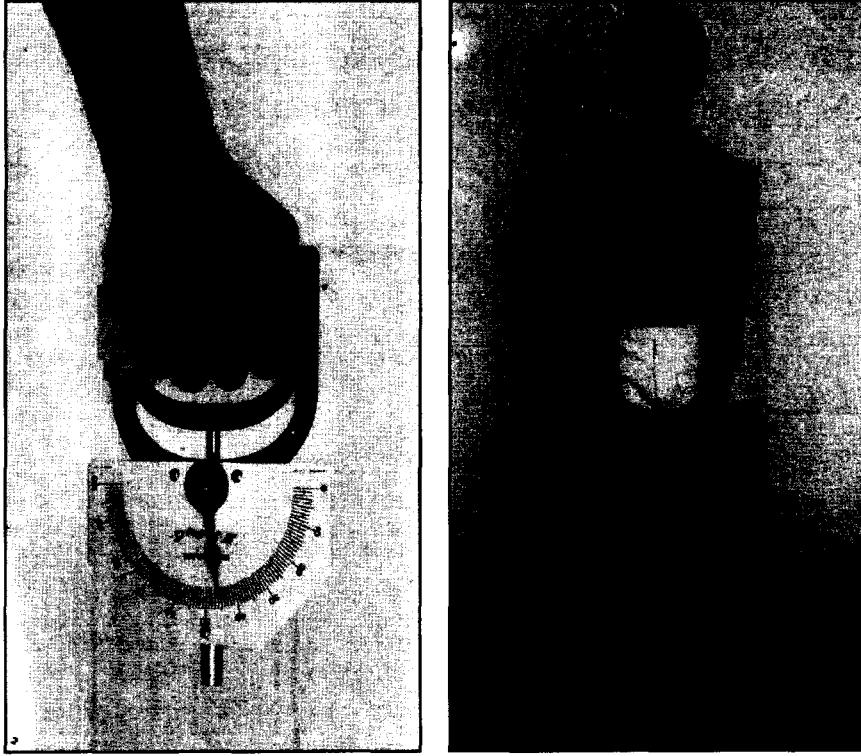
يتم قياس قوة عضلات الظهر باستخدام جهاز ديناموميتر الظهر والرجلين - Back Leg Dynamometer شكل (١٦) ولأداء الاختبار يقف المختبر على قاعدة الجهاز بحيث يكون الديناموميتر بين قدميه، ويتم تعديل طول سلسلة الجهاز حسب طول كل شخص بحيث تكون الرجلان على كامل امتدادهما دون أى انثناء فيهما، ويميل المختبر بجذعه قليلا للأمام بواسطة ثنى مفصل الحوض بحيث يصنع الجذع مع الخط الرأسى (العمودى) للجسم زاوية مقدارها ٣٠ درجة.

- يقبض المختبر على مقبض الجهاز ثم يقوم بالشد لأعلى بأقصى قوة باستخدام عضلات الظهر فى رفع الجذع، ثم تؤخذ قراءة الجهاز.

- يعطى كل مختبر محاولتين وتسجل له أفضل قراءة.

٤ - قياس قوة عضلات الرجلين (Leg strength):

يتم قياس قوة عضلات الرجلين باستخدام نفس الجهاز المستخدم فى قياس قوة عضلات الظهر وبنفس طريقة الأداء، إلا أنه يتم تقصير سلسلة الجهاز بحيث تصبح رجلا المختبر مثنيتين عند الركبتين ويكون الجذع معتدلا، ثم يتم شد مقبض الجهاز لأعلى بأقصى قوة بواسطة مد الركبتين، وتسجل النتائج بالكيفية السابقة.



شكل (١٦)

قياس قوة عضلات الرجلين والظهر وقياس قوة القبضة

٥ - اختبار القوة العضلية بطريقة «البولى دينامومترى» Poly dynamometry

تشير كلمة Poly فى اللغة اليونانية إلى معنى «متعدد»، ولذا فإن هذه الطريقة تعنى القياس المتعدد لمقدار القوة فى أكبر عدد من المجموعات العضلية بالجسم بدلا من الاقتصار على قياسات محددة بطريقة الدينامومترى السابق شرحها، واستخدام طريقة البولى - دينامومترى فى المجال الرياضى يعد ذا أهمية كبيرة للتعرف على مستوى القوة بشكل عام أو مستوى القوة لمجموعات عضلية تختص بممارسة نوع معين من الرياضة مع محاولة عزل مشاركة العضلات الأخرى غير المقصودة بالقياس قدر المستطاع.

وفى طريقة البولى دينامومترى يتخذ المختبر أوضاعا معينة على منضدة خاصة بالقياس يمكن بواسطتها تثبيت الجسم فى هذه الأوضاع بواسطة أحزمة للتثبيت، كما

يستخدم فى ذلك جهاز ديناموميتر يتصل به كيبل شد Tensiometer ويجب أن تتوافر لعملية القياس مجموعة من أربطة اليد والساق لأغراض التثبيت، كما أنه يمكن استخدام عقل الحائط وبعض الخطاطيف الخاصة بذلك، ويمكن قياس القوة العضلية للانقباض العضلى الأيزوكينتيك Isokynatic أو المماثل للحركة بواسطة بعض الأجهزة الحديثة مثل جهاز Cybex انظر شكل (١٧).



شكل (١٧)

قياس القوة العضلية للانقباض العضلى المماثل للحركة Isokynatic بواسطة جهاز Cybex

عن: «سافرت، وود» Safrit & Wood, 1995

وكما ذكرنا سلفا فإنه يراعى فى كل قياس تثبيت المختبر بطريقة يتم فيها فصل عمل المجموعات العضلية الأخرى غير المقصودة بالقياس - قدر الإمكان - وتؤخذ للمختبر ثلاثة قياسات فى كل اختبار ويسجل له أفضل قياس فيها، وينبغى أن يتم للمختبر أخذ فترات راحة بينية للقياسات تكون فى حدود ٢-٣ دقائق بين كل محاولة وأخرى.

القوة الكلية والقوة النسبية Total and Comparative Strength

يعبر قياس القوة العضلية عن مستوى القوة الخاصة ببعض المجموعات العضلية للجسم كقوة مجموعة عضلات الرجلين أو الظهر... كما قد يعبر القياس عن مقدار القوة العضلية للجسم ككل عند اختبار القوة لأكبر عدد من المجموعات العضلية، وترتبط القوة العضلية بكل من وزن الجسم ومساحة المقطع الفسيولوجي للعضلة؛ ولذا فإنه عند مقارنة مستويات القوة العضلية للاعبين يفضل حساب القوة العضلية المقابلة لكل كيلوجرام من وزن الجسم، ويتم ذلك بواسطة تقسيم ناتج القوة الكلية على وزن الجسم، ويكون ناتج القسمة مقدرا بوحدات (كجم/ كجم) أى... كيلوجرام قوة عضلية لكل كيلوجرام من وزن الجسم، كما تستخدم القياسات بوحدرة الرطل أو ما يعادل ذلك، ولتوضيح ذلك نطرح المثال التالى:

مثال:

إذا تساوى ناتج قياس القوة العضلية لدى اثنين من اللاعبين سجلا فى اختبار قوة عضلات الرجلين ٢٢٠ كيلوجراما، فكيف يمكن التعرف على أكثر اللاعبين كفاءة فى هذا العنصر (القوة العضلية للرجلين) إذا علمت بأن وزن اللاعب الأول هو ٦٥ كجم ووزن اللاعب الثانى هو ٥٥ كجم.

الإجابة:

القوة النسبية للرجلين (اللاعب الأول) = $220 \div 65 = 3,4$ كجم/ كجم

القوة النسبية للرجلين (اللاعب الثانى) = $220 \div 55 = 4,0$ كجم/ كجم

ووفقا لتلك النتيجة تكون كفاءة عنصر القوة العضلية للاعب الثانى أعلى منها لدى اللاعب الأول، حيث إن كل كيلوجرام واحد من وزن جسم اللاعب فى الحالة الثانية يستطيع أن ينتج قوة بمقدار ٤ كجم، فى حين يكون مقدار القوة للاعب الأول هو ٣,٤ كجم لكل كيلوجرام من وزن جسمه.

وبالنسبة لمساحة المقطع الفسيولوجي للعضلة فإن هذا المقطع يمثل مجموع مقاطع كل ألياف العضلة الواحدة، وهو يزداد نتيجة للتدريب الرياضى، ويتراوح مقدار القوة العضلية للسنتيمتر المربع فى العضلة فى مستواه المثالى ما بين ٤-٨ كيلوجرامات.

تقييم مستويات القوة العضلية: Evaluation of Muscular Strength

يمكن تقييم مستوى القوة الكلية للاعب بطريقة أقرب ما تكون للتعبير عن ذلك بواسطة استخدام مجموع قياسات القوة لعضلات: الظهر - الرجلين - قوة القبضة اليمنى - قوة قبض اليسرى، كما يمكن حساب القوة النسبية كذلك من خلال تقسيم ناتج جمع أرقام تلك القياسات على وزن الجسم كما ذكرنا.

ولقد توصل «هيوارد» Heyward, 1984 إلى تصنيف مستويات اللياقة في عنصر القوة العضلية: الكلية والنسبية للرياضيين وفق ما هو موضح بجدول (٦).

جدول (٦)

تصنيف مستويات القوة العضلية الكلية والنسبية للرياضيين

التقدير	القبضة اليسرى	القبضة اليمنى	الظهر	الرجلين	القوة الكلية	القوة النسبية
ممتاز	أكبر من ٦٨	أكبر من ٧٠	أكبر من ٢٠٩	أكبر من ٢٤١	أكبر من ٥٨٧	أكبر من ٧,٥٠
جيد	٦٥ - ٦٧	٦٢ - ٦٩	١٧٧ - ٢٠٨	٢١٤ - ٢٤٠	٥٠٨ - ٥٨٦	٧,١٠ - ٧,٤٩
متوسط	٤٣ - ٦٤	٤٨ - ٦١	١٢٦ - ١٧٦	١٦٠ - ٢١٣	٣٧٥ - ٥٠٧	٥,٢١ - ٧,٠٩
ضعيف	٣٩ - ٤٢	٤١ - ٤٧	٩١ - ١٢٥	١٣٧ - ١٥٩	٣٠٧ - ٣٧٤	٤,٨١ - ٥,٢٠
ضعيف جدا	أقل من ٣٩	أقل من ٤١	أقل من ٩١	أقل من ١٣٧	أقل من ٣٠٧	أقل من ٤,٨١

نقلا عن هيوارد: Heyward, 1998

ثالثا: اختبارات معدل التردد الحركي:

تستخدم اختبارات معدل التردد الحركي للإشارة إلى مدى سلامة ولياقة الجهاز العصبي - الحركي في أداء الواجبات الحركية المطلوبة من الفرد، كما أنها تعد مؤشرا للياقة اللاعب التدريبية والعصبية والنفسية على حد سواء، ويفيد استخدام تلك الاختبارات في التعرف على لياقة اللاعبين في الرياضات التي تتميز بالسرعة والرشاقة

والدقة، ويمكن تسجيل النتائج من خلال استخدام بعض الأجهزة أو بواسطة التسجيل اليدوى، وفيما يلى شرح لبعض هذه الاختبارات:

١ - اختبار معدل التردد الحركى باستخدام جهاز البيدوميتر Pedometer

يعتبر جهاز البيدوميتر أحد أجهزة قياس الخطو - المترى Step - meter التى تشتمل على عداد أقرب ما يكون إلى ساعة الإيقاف Stop watch، إلا أن مؤشر الجهاز يتحرك تبعاً للحركات البندولية للذراع أو رجل المختبر، حيث يستخدم الجهاز عن طريق وضعه فى اليد لحساب سرعة التردد للأطراف العليا - الذراع واليد - عند حساب عدد اللكمات مثلاً خلال زمن محدد بالنسبة للملاكمين، كما يستخدم الجهاز فى حساب معدل التردد الحركى للرجلين فى الجرى بواسطة تسجيل عدد خطوات الجرى، وفى هذه الحالة يثبت الجهاز فى منطقة الجذع أعلى عظم الحوض عند قيام اللاعب بالجرى، ويلاحظ وجود فروق كبيرة بين الرياضيين وغير الرياضيين فى معدل التردد الحركى، حيث يكون بالنسبة للرياضيين بمتوسط يتراوح بين ٦٠-٦٥ تردد لكل ١٠ ثوان، وجهاز البيدوميتر الموضح بالشكل (١٨: أ، ب) يعد من الأجهزة الحديثة التى تستخدم لهذا الغرض فى الوقت الحالى، ويوجد منه طرازان أحدهما (أ) يعمل بنظام المؤشر Indica-tor والآخر (ب) يعمل بالنظام الإلكتروني Electronic، أو الرقمى Digital.

٢ - اختبار النقر على المربعات الورقية:

يستخدم هذا الاختبار لقياس سرعة التردد الحركى للطرف العلوى، وهو من الاختبارات البسيطة التى لا تحتاج إلى أجهزة، حيث تتحدد لياقة اللاعب من خلال عدد النقاط التى يمكن له وضعها بالقلم على ورقة بيضاء مساحتها ٢٠ × ٢٠ سم مقسمة إلى أربعة مربعات متساوية، ويجلس المختبر على مقعد ممسكاً بالقلم الرصاص فى يده وأمامه منضدة توضع عليها لوحة المربعات، عند سماع الإشارة لبدء الاختبار يقوم المختبر بالنقر داخل المربع الأول لأكبر عدد من النقاط، ثم ينتقل مباشرة للمربعات: الثانى، ثم الثالث، ثم الرابع، ولكل مربع زمن مماثل (١٠ ثوان) ويكون الزمن الكلى لأداء الاختبار ٤٠ ثانية متواصلة ينتقل عبرها المختبر من مربع إلى آخر دون توقف مستعيناً بسماع إشارة الأخصائى.



شكل (١٨ - ب)

جهاز بيدوميتر Pedometer لقياس معدل التردد الحركي، ويعمل بالنظام الإلكتروني

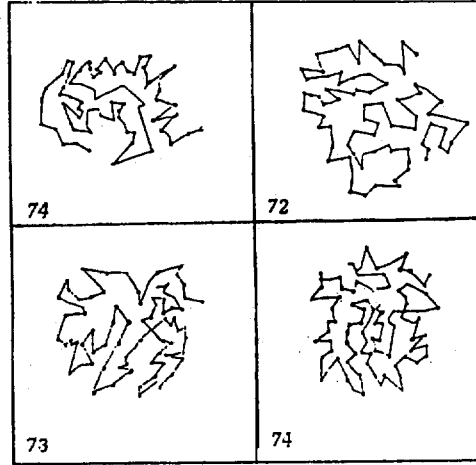


شكل (١٨ - أ)

جهاز بيدوميتر Pedometer لقياس معدل التردد الحركي، ويعمل بنظام المؤشر

حساب النتائج:

عند انتهاء زمن الاختبار يتم حساب عدد النقاط التي أمكن للفرد تسجيلها عن طريق رسم خطوط بالقلم الرصاص بين كل نقطة وأخرى دون رفع القلم عن الورقة، ويتم العد المتتالي بين النقاط، ثم يسجل إجمالي عدد النقاط لكل مربع في أحد أركانه، وتشير النتائج إلى سلامة الجهاز العصبي وحيوية الفرد ونشاطه كلما تم له تسجيل أكبر عدد من النقاط خلال فترة الـ ١٠ ثوان الأولى (المربع الأول) وفي المربعات التالية قد يحافظ الفرد على نفس المعدل تقريبا، وقد ينخفض أو يزيد انظر شكل (١٩).



شكل (١٩)

اختبار النقر بالقلم على المربعات الورقية لقياس معدل التردد الحركي للطرف العلوي للجسم
(الذراعين واليدين)

تقييم نتائج الاختبار وتفسيرها:

لتقييم نتائج أداء الأفراد على هذا الاختبار، تجدر الإشارة إلى أن مستوى الرياضيين المدربين يكون بمتوسط مقداره ٧٠ نقطة في المربع الأول، وإذا انخفض المعدل في المربعات التالية فإن ذلك يدل على عدم كفاية الثبات الفسيولوجي للاعب، أى أن هذا اللاعب يتميز باللياقة العصبية التى تمكنه من إنجاز معدل تردد حركى عال خلال فترة زمنية قصيرة لكنه يفتقر إلى الاحتفاظ بهذا المعدل مع مرور الوقت، بينما يشير تدرج الزيادة فى عدد النقاط عبر المربعات التالية إلى الدلالة على عدم كفاية وظائف المجال الحركى، أى أن اللاعب يفتقر إلى اللياقة التى تمكنه من سرعة تحويل النشاط العصبى إلى واجبات حركية (سرعة تردد الحركة) عند بداية العمل لكنه مع مرور الوقت يتمكن من ذلك ويصل إلى مستوى متقدم.

الفصل الرابع

نظريات وتطبيقات

اللياقة اللاهوائية واختباراتها

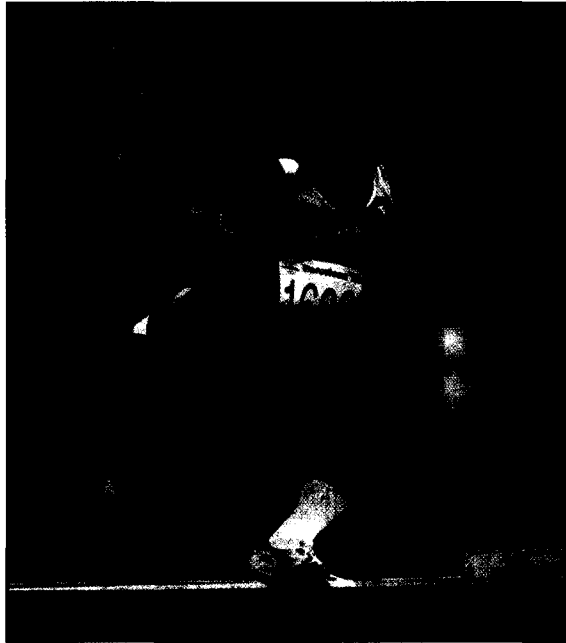
Neuromuscular Fitness and Tests



اللياقة اللاهوائية: Anaerobic Fitness

فى مجال فسيولوجيا الجهد البدنى والرياضة تعنى كلمة «لاهوائى» Anaerobic : العمل العضلى الذى لا يعتمد على الأكسجين فى إنتاج الطاقة، وتنقسم الأنشطة الرياضية التى ترتبط بالعمل العضلى اللاهوائى إلى قسمين أساسيين، يتمثل أحدهما فى الأنشطة الديناميكية (المتحركة) مثل سباقات السرعة فى العدو والسباحة والدراجات وكذلك مهارات ورياضات الوثب والقفز والرمى... بينما يتمثل القسم الثانى فى الأنشطة الإستاتيكية (الثابتة) مثل الثبات فى أوضاع جسمية تستلزم القوة العضلية كرفع الأثقال وأوضاع الجمباز ومسكات المصارعة وغيرها...

ولقد تم الاتفاق على أن هناك نوعين من نظم إنتاج الطاقة اللاهوائية هما نظام إنتاج الطاقة الفوسفاتى ATP-PC وهو النظام الأسرع والمسئول عن إنتاج الطاقة للأنشطة البدنية التى تؤدى بأقصى سرعة ممكنة فى حدود ما لا يزيد عن ٣٠ ثانية، والنظام الثانى هو نظام حامض اللاكتيك Lactic acid system (الجلكزة اللاهوائية) والذى يمتد فيه العمل لفترة زمنية أطول تمتد حتى أقل من دقيقتين، ومن خلال هذا التقسيم وجدت علاقات ارتباطية بين بعض عناصر اللياقة البدنية وهذين النظامين تتضح فيما يلى :



شكل (٢٠)

يتميز لاعبو الرمي بالقدرة العضلية العالية التى تعتمد على النظام اللاهوائى للطاقة

أولاً: العناصر البدنية المرتبطة بنظام الطاقة الفوسفاتى (ATP-PC)

وهى تتمثل فى:

١- القوة العظمى (المتحركة-الثابتة) Static & Dynamic Maximum strength

٢- السرعة Speed .

٣- القدرة العضلية Muscular Power وهى محصلة: القوة × السرعة .

ثانياً: العناصر البدنية المرتبطة بنظام طاقة حامض اللاكتيك

(Lactic Acid)

وتشمل:

١- تحمل السرعة Endurance of Speed

٢- تحمل القوة (المتحركة - الثابتة)

Endurance of Strength (Dynamic-Static).

أنواع القدرات اللاهوائية: Anaerobic Abilities Types

تنقسم القدرات اللاهوائية إلى نوعين هما:

١- القدرة اللاهوائية القصوى Maximum Anaerobic Power

وتعنى القدرة على إنتاج أقصى طاقة ممكنة باستخدام النظام اللاهوائى الفوسفاتى فى الأنشطة البدنية التى تؤدى بأقصى سرعة أو قوة وفى أقل زمن ممكن (حتى أقل من ١٠ ثوان).

٢- السعة اللاهوائية Anaerobic capacity

يطلق عليها أحيانا التحمل اللاهوائى Anaerobic endurance وتعرف بأنها: المقدرة على المثابرة فى تكرار انقباضات عضلية عنيفة تعتمد على إنتاج الطاقة بطريقة لاهوائية وتمتد لأكثر من ١٠ ثوان وحتى أقل من دقيقتين .

وفى غضون استخدام نظم العمل اللاهوائى لأداء الجهد البدنى، وبخاصة أنشطة التحمل اللاهوائى التى تستلزم قدرات السعة اللاهوائية يتشكل نوع من الضغط Stress

على وظائف عمل أجهزة الجسم: العضلى العصبى والدورى التنفسى، نتيجة العمل فى ظروف نقص الأكسجين اللازم للاستمرار فى أداء هذا الجهد، ومن ثم يتعرض الجسم لظاهرة تعرف بعجز الأكسجين سوف نتناولها فيما يلى بنوع من التوضيح:

عجز الأكسجين: Oxygen Defect

عند ممارسة الرياضات العنيفة تكون متطلبات العضلات من الأكسجين أعلى بكثير من الأكسجين الواصل إليها بواسطة الدم، مما يضطر العضلات إلى الاعتماد - إلى حد كبير - على العمل اللاهوائى للحصول على الطاقة اللازمة، ويطلق على كمية الأكسجين التى يحتاجها الجسم أثناء النشاط البدنى ولا يتمكن من الحصول عليها مصطلح عجز الأكسجين.

أنواع العجز الأكسجينى:

هناك نوعان لعجز الأكسجين هما:

١- عجز الأكسجين الكلى Total of Oxygen Defect: أى مقدار عجز الأكسجين طوال فترة الأداء الكامل للجهد المبذول، وقد يصل هذا المقدار إلى ٢٥-٣٠ لترا فى العمل العضلى ذى الشدة العالية (سباق ٨٠٠ متر) مثلا، بينما فى سباقات المارثون حيث يمتد الأداء لفترات طويلة قد يصل المقدار إلى ٤٠٠ - ٤٥٠ لترا.

٢- عجز الأكسجين فى الدقيقة Oxygen difect per minute، وهو مقدار عجز الأكسجين اللازم لكل دقيقة من الأداء، ويحدد عجز الأكسجين فى الدقيقة بتقسيم عجز الأكسجين الكلى على الزمن الكامل للأداء بالدقائق. وقد يصل هذا العجز إلى مقدار يتراوح ما بين ٣-٤ لترات/ ق خلال سباقات الجرى ٨٠٠ متر على سبيل المثال.

الدين الأكسجينى The Oxygen Debt

يلاحظ بأن استهلاك الجسم من الأكسجين يظل مرتفعا حتى عقب انتهاء الجهد، ويستمر كذلك لفترة من الزمن تتوقف على شدة الجهد المبذول، ويطلق على كمية الأكسجين التى يستهلكها الجسم خلال فترة الاستشفاء مقارنة بالكمية المستهلكة خلال فترة مماثلة من الراحة مصطلح الدين الأكسجينى، وهناك نوعان للدين الأكسجينى هما:

١- الدين الأكسجيني بدون اللاكتيك Alactic Oxygen Debt وهو ذلك الجزء من الدين الأكسجيني الذي يتم خلاله استعادة مصادرة الطاقة الفوسفاتية التي استنفدت في غضون أداء الجهد البدني، كما يتم فيه كذلك تعويض أكسجين الميوجلولين في العضلات، ويبلغ مقداره ما بين ٢-٤ لترات للذكور غير المدربين ولدى الرياضيين يتراوح بين ٦-٧ لترات، ويتم هذا الجزء من الدين الأكسجيني خلال أول دقيقتين من انتهاء المجهود.

٢- الدين الأكسجيني لحامض اللاكتيك (اللاكتيكي) Lactic Acid Oxygen Debt وفيه يتم التخلص من حامض اللاكتيك المتراكم بالعضلات نتيجة المجهود البدني، ولذا فإنه يعتبر الحجم الأكبر من الدين الأكسجيني ويختلف في مقداره تبعاً لشدة أداء التدريبات المستخدمة، وتبلغ حدوده القصوى ما بين ٨-١٠ لترات، ويتم هذا الجزء من الدين الأكسجيني خلال فترة زمنية أطول قد تمتد إلى يومين.

اختبارات اللياقة اللاهوائية

Anaerobic Fitness Tests

عندما نقوم بإجراء اختبارات لتحديد مستوى اللياقة اللاهوائية للاعب، فإننا في الغالب نلجأ إلى استخدام نوعين أساسيين من هذه الاختبارات هما:

١- الاختبارات التي تقيس القدرة اللاهوائية Anaerobic Power

وهي التي تعبر عن كفاءة اللاعب في أداء الجهد البدني الأقصى في أقل زمن ممكن اعتماداً على نظام الطاقة الفوسفاتية، وفي حدود زمن ١٠ ثوان أو أقل، ويطلق على تلك الكفاءة أيضاً مصطلح القدرة اللاهوائية القصوى Maximum Anaerobic Power.

٢- الاختبارات التي تقيس السعة اللاهوائية Anaerobic Capacity

وهي التي تعبر عن كفاءة اللاعب في الأداء المستمر للمجهودات العضلية التي تتطلب انقباضات عضلية تتميز بشدتها العالية خلال زمن يزيد عن ١٠ ثوان ويمتد حتى دقيقتين على الأكثر، وهذا ما يطلق عليه مصطلح التحمل اللاهوائي Anaerobic

Endurance والذي يعتمد أساسا على استخدام الطاقة الناتجة عن احتراق الجليكوجين لاهوائيا فيما يعرف بنظام حامض اللاكتيك .

وتتناول بعض المراجع تقسيما آخر للاختبارات التي تقيس اللياقة اللاهوائية على اعتبار أنها تمثل: إمكانية أو استيعاب أو قابلية أو سعة Capacity لأداء المجهودات البدنية باستخدام نظم الطاقة اللاهوائية، وتنقسم هذه الاختبارات وفقا لمقدار الإمكانية أو السعة اللاهوائية إلى ثلاثة مستويات نسبة إلى زمن الاستمرار في أداء الجهد البدني المطلوب - لاهوائيا - وهذه الاختبارات هي:

أولا: الاختبارات اللاهوائية القصيرة Short-term Anaerobic Tests

وهي نوعية الاختبارات التي يقوم فيها المختبر بأداء أقصى جهد لاهوائي في حدود زمن ١٠ ثوان ومن أمثلتها:

١- اختبار «الدين الأكسجيني» Oxygen Debt Test كمقياس للقدرة اللاهوائية القصوى.

٢- اختبار «سارجنت» للوثب العمودي Sargent Vertical Jump Test

٣- اختبار «مارجاريا» لصعود الدرج Margaria Stair Climb Test

٤- اختبار «مارجاريا - كالامن» لصعود الدرج - Margaria-Kalamen Test

٥- اختبار الـ (١٠ ثوان) لكيبك Quebec 10-Second Test

٦- اختبار القدرة اللاهوائية القصوى باستخدام نوموجرام «لويس» nomogram Lewis. والوثب العمودي لسارجنت Sargent Vertical Jump

٧- اختبارات العدو Sprint Tests لمسافات: ٤٠، ٥٠، و ٦٠ ياردة.

ثانيا: الاختبارات اللاهوائية المتوسطة Intermediate-Term Anaerobic Tests

ومن أهمها ما يلي:

أ - اختبار الثلاثين ثانية لوينجات 30 - Second Wingate Test

ب- اختبار «دي برون - بريفوست للحمل الثابت» De Bruyn - Prevost con-stant load test

ج- اختبار القوة القصوى الأيزوكينيتيك Maximum Isokinetic Test

ثالثاً: الاختبارات اللاهوائية الطويلة Long - Term Anaerobic Tests

ومن أهمها ما يلي:

- ١- اختبار الوثب العمودي لمدة ٦٠ ثانية Second vertical jump tests - 60 .
- ٢- اختبار التسعين ثانية لكيويك Quebec 90 - Second Test .
- ٣- اختبار السير المتحرك لكوننجهام وفولكنر Cunningham and Faulkner Treadmill Test .
- ٤- اختبار الدراجة الأرجومترية كحد أقصى ١٢٠ ثانية - Second maxi- 120 .
mum test
- ٥- اختبار الخطوة للقدرة اللاهوائية Anaerobic Power Step Test .

والجدير بالذكر أن توجهات العلماء والباحثين في مختلف دول العالم تسعى بشكل دائم نحو اكتشاف بدائل الاختبارات المعملية في مجال فسيولوجيا الجهد البدني والتدريب للاستعانة بها في التطبيق الميداني لما تتميز به من قلة التكاليف المادية وخصوصاً عند إجراء الفحوصات والاختبارات الدورية على أعداد كبيرة من اللاعبين .

وفيما يلي سوف نتناول نموذجاً من اختبارات اللياقة اللاهوائية هو الأكثر استخداماً في المجال التطبيقي، ويعرف باسم اختبار سارجنت للوثب العمودي مع تطبيق طريقة «لويس» لتقدير القدرة اللاهوائية القصوى للفرد .

طريقة استخدام اختبار «سارجنت» Sargent ومعادلة لويس Lewis Equation لتحديد القدرة اللاهوائية القصوى:

تتلخص فكرة هذا الاختبار في قياس مسافة الوثب العمودي (Vertical jump) واستخدام دلالة وزن الجسم لتحديد القدرة اللاهوائية القصوى للفرد، وهو من أبسط الاختبارات وأقلها كلفة، وقد أدخل «لويس» Lewis وزن الجسم كتعديل لاختبار سارجنت للوثب العمودي بحيث يمكن تقدير جانب القدرة اللاهوائية القصوى للأفراد مع الأخذ في الاعتبار اختلافات أوزان أجسامهم .

الأدوات المستخدمة في الاختبار:

- ١- لوحة مدرجة بالاستيمتر طولها متر واحد، تثبت على جدار، ويمكن أن تكون اللوحة متحركة على بكرة بحيث يمكن ضبط نقطة البداية عند علامة الصفر دائما، وفي حال استخدام لوحة ثابتة على الحائط يجب أن تكون في متناول جميع الأفراد من حيث أطوالهم، كما يراعى أن تثبت بحيث تكون بعيدة عن الحائط بمسافة في حدود ١٥ سم حتى يمكن للاعب أداء حركة الوثب بحرية دون خوف من الاحتكاك بالحائط.
- ٢- ماليزيا أو طباشير.

إجراءات القياس:

- ١- يؤخذ قياس الوزن للشخص المختبر .
- ٢- يقوم المختبر بعمل إحماء كافى قبل أداء الاختبار يمكن خلاله أداء بعض الوثبات العمودية الخفيفة .
- ٣- يغمس الشخص يده فى مادة الماليزيا أو الطباشير .
- ٤- يقف المختبر بحيث يكون جانبه (جهة الذراع المستخدم) فى محاذاة لوحة الوثب، ثم يرفع ذراعه جهة اللوحة لأعلى مسافة ممكنة - بدون رفع القدم عن الأرض - ويقوم الأخصائى بتحريك اللوحة لأعلى بواسطة البكرة بحيث يكون تدرج الصفر عند طرف إصبع يد المختبر المرفوعة لأعلى، أو توضع علامة بالإصبع على اللوحة الثابتة .
- ٥- يقوم المختبر بأرجحة الذراعين مع ثنى الركبتين ثم مدهما والوثب عموديا للمس أعلى ارتفاع يمكن الوصول إليه ووضع علامة ثانية بالإصبع على لوحة الاختبار .
- ٦- يعطى للمختبر ثلاث محاولات ويسجل له أعلى رقم .



شكل (٢١)

اختبار قدرة الوثب العمودي Vertical Power Jump Test

طريقة حساب النتائج:

من خلال مسافة الوثب العمودي وبدلالة وزن الجسم يمكن حساب القدرة اللاهوائية القصوى للشخص إما بطريقة استخدام المعادلة الخاصة بذلك أو باستخدام طريقة النوموجرام.

وفيما يلي المعادلة الخاصة المعروفة «بمعادلة لويس» Lewis Equation ونصها

كالتالي:

$$\sqrt{4.9} \times \text{وزن الجسم (كجم)} \times \sqrt{\text{المسافة بالمتري}} \\ (\text{كجم} / \text{م} / \text{ث})$$

Maximum Anaerobic Power =

$$\sqrt{4.9} \times \text{body weight (Kg)} \times \sqrt{\text{distance, (m)}}$$

ولتوضيح طريقة حساب النتائج باستخدام تلك المعادلة نطرح المثال التالي:
مثال:

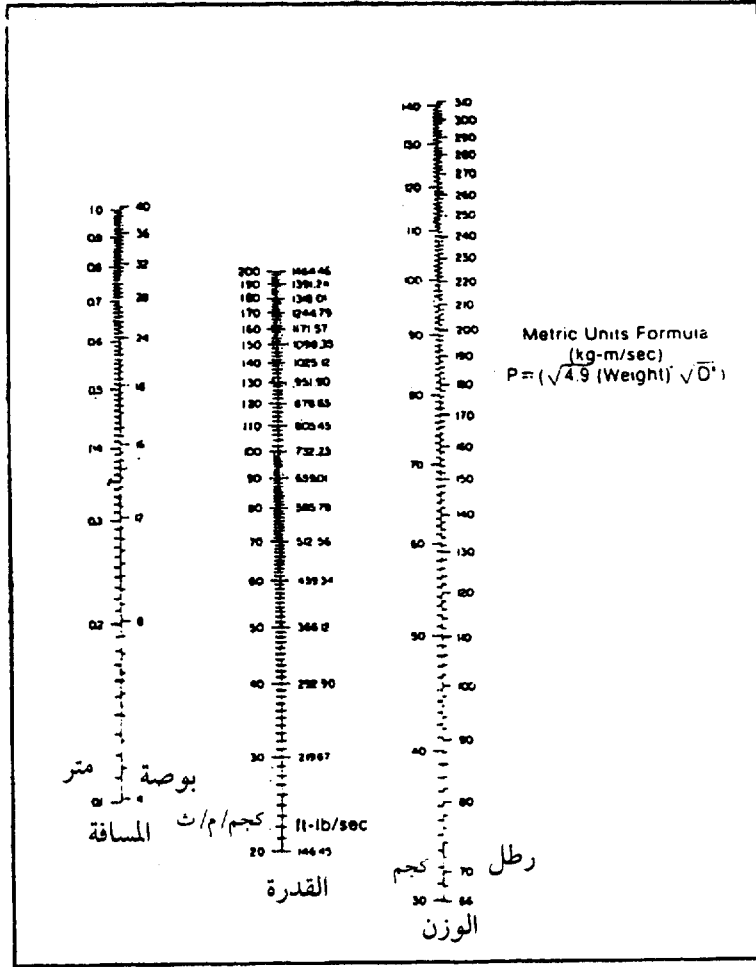
لاعب وزنه ٧٠ كجم، أجرى اختبار الوثب العمودي لسارجنت فكانت مسافة الوثب ٤٠ سم، احسب مقدار القدرة اللاهوائية القصوى لهذا اللاعب باستخدام طريقة معادلة لويس؟
الإجابة:

$$\sqrt{4.9} \times 70 \times \sqrt{40} = 98 \text{ كجم} / \text{م} / \text{ث}$$

ولقد توصل لويس إلى تصميم مخطط بياني «نوموجرام» Nomogram (شكل ٢١) يمكن بواسطته حساب القدرة اللاهوائية القصوى مباشرة بدلالة كل من وزن الجسم ومسافة الوثب العمودي في اختبار سارجنت، ويلاحظ من رسم نوموجرام لويس بأن التدرج الأيمن يمثل وزن الجسم والتدرج الأيسر يمثل مسافة الوثب distance بالمتري meter والبوصة inch وعند التوصليل بمسطرة بين العمودين، يمكن الحصول مباشرة على قيمة القدرة اللاهوائية القصوى بملاحظة التدرج الأوسط للنوموجرام، مقدرة بـ (الكيلوجرام - م / ثانية Kg-m/Sec) أو (الرطل . قدم / ثانية Ib- Ft /Sec) وذلك حسب أى من المقاييس المستخدمة (متريّة أو إنجليزية).

اختبار الدرج لمارجريا - كالامن Margaria Kalamen Stair Climb Test:

صمم هذا الاختبار لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة، وهو الشكل المطور لاختبار سابق نشره العالم الإيطالي «مارجريا» وزملاؤه. Margaria et al, 1966 وطوره «كالامن» Kalamen في رسالته للدكتوراه من جامعة أوهايو Ohio بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٦٨م وفق ما أوضحه «ماثيوس وفوكس» Mathews&Fox, 1971



شكل (٢٢)

المخطط البياني (نوموجرام) لويس Lewis Nomogram لحساب القدرة اللاهوائية
 بدلالة مسافة الوثب العمودي ووزن الجسم

ويعتمد الاختبار على تخطي مجموعة من الدرج المتصاعد في شكل سلم بأقصى سرعة
 زمنية، ويصلح الاختبار للأفراد من الجنسين - رياضيين وغير رياضيين سن ١٥ - ٥٠
 سنة.

الأدوات المطلوبة:

- درج به عدد مناسب من العتبات ارتفاع كل عتبة ١٧,٥ سم، العتبتان رقمي ٣، ٩ تكونان بلون مميز عن بقية عتبات الدرج.
- ساعة إلكترونية خاصة (في حالة عدم توافرها يمكن استخدام ساعة توقيت عادية).
- ميزان طيبي.

طريقة الأداء:

يقف المختبر مواجهها الدرج وعلى مسافة ٦ أمتار من بدايته، وعندما تعطى له إشارة البدء ينطلق جريا بأقصى سرعة ممكنة له، محاولا صعود الدرج بتخطي كل ثلاث عتبات في خطوة واحدة، بحيث تطأ قدمه العتبات أرقام ٣، ٦، ٩ على التوالي، تبدأ الساعة الإلكترونية عملها عندما تصل قدم المختبر إلى العتبة رقم ٣، ويتوقف عمل الساعة عند ملامسة قدم المختبر للعتبة رقم ٩، ويكون زمن قطع تلك المسافة (ست عتبات) من العتبة الثالثة إلى العتبة التاسعة، هو الزمن المسجل للمختبر.

- يلاحظ أن المسافة الرأسية للعتبات الست = ارتفاع العتبة الواحدة (١٧,٥ سم) مضروباً في عدد العتبات (٦) = ١٠٥ سم، أي ١,٠٥ متر.
- يعطى المختبر محاولتين ويحتسب له أقل زمن.

ملحوظة:

في الإجراءات الخاصة باختبار «مارجريا» Margria يكون ارتفاع العتبات ٢٠ سم أو أقل ويحتوى الدرج على ١٦ عتبة - يقف المختبر على بعد مترين فقط من بداية الدرج، وعند الإشارة ينطلق ليقطع كل عتبتين في خطوة واحدة، وتحدد المسافة العمودية بين الدرجتين السادسة والثانية عشرة، حيث يتم خلالهما قياس الزمن، بالثواني وحساب النتائج تستخدم نفس الطريقة المتبعة في إجراءات «كالامن».

ولقد أوضح «روبير جرز وروبرت» Robergs & Roberts, 1997 بأن المسافة العمودية للاختبار والتي لن تتجاوز ١,٧٥ متر حددت على أساس أن قطعها لن يتجاوز زمن ثانية واحدة كقياس للقدرة Power.

طريقة حساب النتائج:

يتم حساب النتائج وفق المعادلة التالية:

$$\frac{\text{وزن الجسم} \times \text{سرعة الجاذبية الأرضية} \times \text{المسافة الرأسية}}{\text{الزمن بالثواني}} = \text{القدرة اللاهوائية القصوى}$$

ويكون الناتج = (وات / كجم W/Kg) أو (كجم . متر / ثانية)

وحيث إن سرعة الجاذبية الأرضية = ٩,٨١ م/ث^٢

لذا تكون المعادلة هي:

$$\frac{\text{وزن الجسم (كجم)} \times ٩,٨١ \times \text{المسافة الرأسية بالمتري}}{\text{الزمن بالثواني}} = \text{القدرة اللاهوائية القصوى}$$



شكل (٢٣)

بعض طالبات تخصص التربية الرياضية أثناء تطبيقهن لاختبار «مارجريا - كالامن»

Margaria - Kalamen على طالبات بعض المدارس، في جانب من مشروعاتهن البحثية لدراسة

مقرر فسيولوجيا الرياضة

ولقد توصل كالامن Kalamen إلى وضع جدول المعايير التالية لتتائج هذا الاختبار .

جدول (٧)

معايير القدرة اللاهوائية لاختبار مارجريا - كالامن»

القدرة اللاهوائية (وات/ كجم)					المرحلة العمرية	
ممتاز	جيد	متوسط	أقل من المتوسط	منخفض		
٢١٩٧<	٢١٩٧-١٨٤٠	١٨٣٩-١٤٦٧	١٤٦٦-١١١٤	١١١٣>	٣٠-٢٠	٢٠-١٥
٢٠٥٩<	٢٠٥٩-١٧٣٣	١٧٢١-١٣٦٩	١٣٦٨-١٠٤٥	١٠٤٤>		٣٠-٢٠<
١٦٤٧<	١٦٤٧-١٣٧٨	١٣٧٧-١٠٩٤	١٠٩٣-٨٣٩	٨٣٨>		٤٠-٣٠<
١٢٢٥<	١٢٢٥-١٠٣٥	١٠٣٤-٨٢٩	٧٢٨-٦٤٣	٦٤٢>		٥٠-٤٠<
٩٦١<	٩٦١-٨١٠	٨٠٩-٦٤٣	٨٢٨-٤٩٦	٤٩٥>		٥٠<
١٧٨٥<	١٧٨٥-١٤٨٦	١٤٨٥-١١٨٢	١١٨١-٩٠٨	٩٠٧>	٣٠-٢٠	٢٠-١٥
١٦٤٨<	١٦٤٨-١٣٧٩	١٣٧٨-١٠٩٤	١٠٩٣-٨٣٥	٨٣٤>		٣٠-٢٠<
١٢٢٦<	١٢٢٦-١٠٣٥	١٠٣٤-٨٢٩	٨٢٨-٦٤٣	٦٤٢>		٤٠-٣٠<
٩٦١<	٩٦١-٨١٠	٨٠٩-٦٤٣	٦٤٢-٤٩٦	٤٩٥>		٥٠-٤٠<
٧٣٥<	٧٣٥-٦٠٤	٦٠٣-٤٧٦	٤٧٥-٣٧٩	٣٧٨>		٥٠<

علامة < = أكبر من ، علامة > = أقل من

ومن أجل الحصول على مزيد من الإيضاح لطريقة حساب النتائج في هذا الاختبار فإننا سوف نسوق المثال التالي:

مثال:

لاعب عمره ٢٧ سنة، ووزنه ٧٥ كجم، أُجرى عليه اختبار «مارجريا-كالامن» فقام بتسجيل زمن مقداره ٤٩,٠ ثانية، فما هو مقدار القدرة اللاهوائية القصوى المحسوبة لهذا اللاعب؟

الإجابة:

وزن اللاعب × سرعة الجاذبية الأرضية × المسافة العمودية
(كجم) بالمتري

$$\frac{\text{القدرة اللاهوائية القصوى للاعب}}{\text{الزمن بالثواني}} =$$

$$= \frac{1,05 \times 9,8 \times 75}{0,49} = 1576,6 \text{ (وات/كجم)}$$

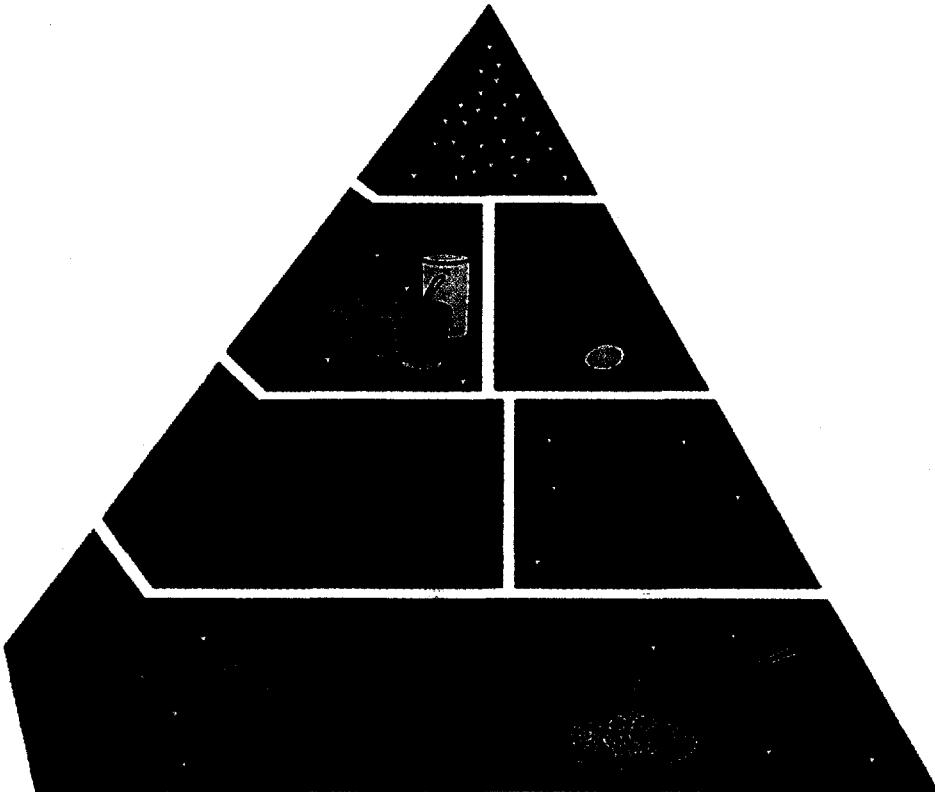
ووفقا لجدول معايير «كلامن» فإن مقدار القدرة اللاهوائية القصوى لهذا اللاعب والتي حسبت بمقدار ١٥٧٦,٦ (كجم.م/ث^٢) أمام المرحلة العمرية ٢٠ - ٣٠ سنة تدل على حصول اللاعب على مستو متوسط.

ويذكر «مود، فوستر» Moud & Foster, 1995 أن مدى القدرة يكون لدى الإناث غير المدربات أو لاعبات التحمل من الإناث في حدود أقل من ٧٠٠ وات (١٢) وات/كجم) بينما قد يصل إلى أكثر من ١٥٠٠ وات (١٨ وات/كجم) لدى الرياضيين الذكور.

الفصل الخامس

التغذية: أساس الأداء الإنساني - تطبيقات في المجال الرياضي

**Nutrition: The Base for
Human Performance**



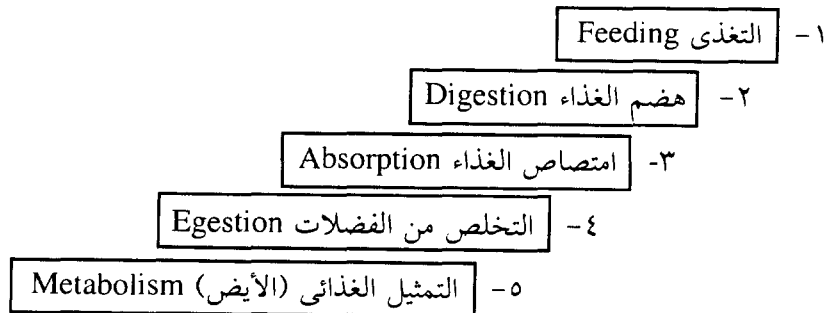


تمثل التغذية بالنسبة للرياضي بالإضافة إلى عدد من العوامل الأخرى جانباً بالغ الأهمية لتحقيق الإنجاز والتفوق، وبخاصة في مجال الرياضات التنافسية حيث تلعب التغذية دوراً مهماً في تكوين بنية الجسم ودعم نظم إنتاج الطاقة اللازمة لأداء الجهد، هذا بالإضافة إلى الدور المهم الذي يلعبه الغذاء الجيد والملائم لطبيعة التخصص الرياضي في عملية الاستشفاء والتخلص من فضلات التعب واستعادة مكونات الطاقة. وما يعكسه كل ذلك من أهمية لدراسة موضوع هذا الفصل في مجال الرياضة والجهد البدني.

والمقصود بالتغذية: هو جميع العمليات المتعلقة بحصول الجسم على الغذاء والاستفادة منه وتخزينه للاستهلاك عند ظروف النقص أو الاحتياج، وتنقسم عمليات التغذية إلى خمس مجموعات هي:

- ١- عمليات الحصول على الغذاء أو التغذية Feeding.
- ٢- عمليات هضم الغذاء Digestion.
- ٣- عمليات امتصاص الغذاء المهضوم Absorption.
- ٤- عمليات التخلص من فضلات الغذاء Egestion.
- ٥- عمليات الاستفادة من الغذاء الذي تم امتصاصه أي عملية التمثيل الغذائي (الأيض) Metabolism.

ويمكن تلخيص مجموعة العمليات الخمس السابقة من خلال الشكل التالي:



شكل (٢٤)

عمليات التغذية

والغذاء الذى يتناوله الإنسان ليحفظ به كيانه ويساعده على أداء وظائفه البيولوجية الاعتيادية ونشاطه البدنى يتكون من جملة من العناصر التى تمتزج وتتداخل فيما بينها لتكون أنواع الأغذية التى نعرفها والتى تنقسم إلى:

١- المواد البروتينية Proteins

٢- المواد الكربوهيدراتية Carbohydrates

٣- الدهون Fats

٤- الفيتامينات Vitamins

٥- الأملاح المعدنية Minerals

٦- الماء Water

وبصفة عامة تتلخص أهم الوظائف الحيوية للغذاء فى: المحافظة على أنسجة الجسم وما يتعلق ببناء وتجديد هذه الأنسجة - تنظيم التفاعلات الكيميائية داخل الخلايا - توصيل الإشارات العصبية - إنتاج الطاقة اللازمة للحركة والنشاط - عمليات النمو والتكاثر - بناء المركبات الغذائية التى يتكون منها الجسم.

وجسم الإنسان لا يحتاج إلى أطعمة معينة، وإنما يحتاج إلى مغذيات محددة فى العديد من الأطعمة بنسب وتركيزات مختلفة، ويمكن تقسيم الغذاء إلى ثلاث مجموعات طبقاً للوظائف التى يقوم بها الجسم وتمثل تلك المجموعات فى:

١- **أغذية الطاقة:** وتشمل الحبوب - الدرنات - السكريات - الدهون -

الزيوت. ووظيفة هذه المجموعة هى إمداد الجسم بالطاقة اللازمة له.

٢- **أغذية البناء:** وتشمل البروتينات - الكالسيوم - الحديد وبعض المعادن

الأخرى. ووظيفة هذه المجموعة هى بناء وتجديد خلايا الجسم وأنسجته.

٣- **أغذية الوقاية:** وتشمل الخضروات - الفاكهة، وهى تمد الجسم بالفيتامينات

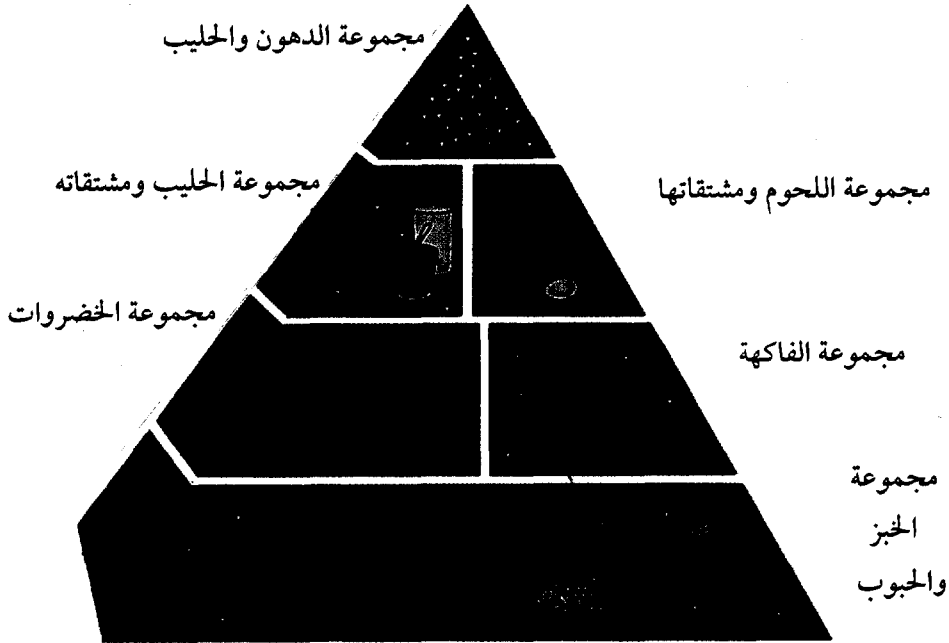
- والأملاح المعدنية وتساعد على وقايته من الأمراض.

وفى مجال التغذية يستخدم تقسيم يعرف بالهرم الغذائى شكل (٢٥) يضم مجموعات التغذية المختلفة، ويصنف الهرم الغذائى فى ست مجموعات تبدأ من القاعدة وتنتهى بقمة الهرم، وهذه المجموعات هى: مجموعة الخبز والحبوب - مجموعة الخضروات - مجموعة الفاكهة - مجموعة الحليب واللبن والجبن - مجموعة اللحوم والدواجن والأسماك والبقول والبيض والمكسرات - مجموعة الدهون والزيوت والحلويات.

التغذية والجهد البدنى: Nutrition and the Physical Effort

(البروتينات - الكربوهيدرات - الدهون - الأملاح المعدنية - الماء - الفيتامينات)

تفاوت أهمية العناصر الأساسية للغذاء تبعاً لطبيعة وحجم الجهد البدنى الذى يقوم به اللاعب فى غضون عمليات التدريب والمنافسة، ففى حين تمثل الكربوهيدرات أهمية خاصة بالنسبة لمسابقى رياضات التحمل، يكون للبروتينات دور مهم فى استشفاء



شكل (٢٥)

الهرم الغذائى وتوزيع المجموعات الغذائية

العمليات الفسيولوجية وإعادة البناء بالنسبة للاعبين رياضات القوة والسرعة، وتساهم بعض العناصر الغذائية الأخرى بدرجات متباينة في بعض الألعاب الرياضية.

وفي هذا الفصل سوف نحاول إلقاء الضوء على موضوع التغذية ومساهمة عناصرها المختلفة في أداء جهد التدريب والمنافسات الرياضية والوقوف على بعض النصائح والتوجيهات التي يمكن أن تحقق للاعب والمدرّب أقصى استفادة من دراسة هذا الموضوع.

أولاً: البروتينات Proteins والجهد البدني:

تتحول المواد البروتينية بعد عمليات الهضم إلى أحماض أمينية صالحة للامتصاص والتمثيل الغذائي داخل الجسم، وتتضمن الأحماض الأمينية عشرين نوعاً منها ثمانية أنواع تسمى الأحماض الأمينية الأساسية التي تستلزم أن يتناولها الشخص بشكل مباشر في غذائه، وبقية الأنواع الأخرى تسمى الأحماض الأمينية غير الأساسية ويقوم الجسم بتصنيعها تلقائياً من المواد الغذائية الأخرى، ويعطى الجرام الواحد من المواد البروتينية مقدارا من الطاقة حوالى ٤,١ سعر حرارى.

ويحتاج الأشخاص العاديون إلى مقدار جرام واحد من البروتين يوميا لكل كيلوجرام من وزن الجسم، بينما يحتاج الرياضيون إلى كمية أكبر تتراوح ما بين جرام ونصف إلى جرامين لكل كيلوجرام من وزن الجسم يوميا، وخاصة بالنسبة للاعبين رياضات رفع الأثقال، والرمي، والمصارعين حيث تزيد الحاجة إلى استخدام البروتين في بناء الأنسجة للوصول إلى التكوين العضلى الذى يميز هذه الرياضات، غير أن معظم البروتين الزائد عن حاجة الجسم يتكسر ويفقد فى صورة فضلات نروجينية تخرج مع العرق والبول، كما أن نسبة من باقى البروتين الزائد تتحول إلى دهون Fats.

ولا يحتاج الرياضى إلى البروتين كمصدر لإنتاج الطاقة أثناء أداء الجهد البدني حيث إن وظيفة البروتين الأساسية هي البناء، ولا تزيد فاعلية البروتين في إنتاج الطاقة لأكثر من نسبة ١-٢٪ أثناء الجهد البدني الذى يستمر لفترة طويلة، واستهلاك البروتين كمصدر للطاقة يؤثر سلباً في البنية الأساسية للجسم؛ لذا ينصح بأن يتناول اللاعب كمية كافية من الكربوهيدرات مما يساعد على احتفاظ الجسم بالبروتين للقيام بوظيفته، وتزداد أهمية تناول البروتين خلال فترة الاستشفاء عقب الجهد البدني لتعويض النقص من الأنسجة خلال المجهودات الشاقة، وبناءً عليه فإنه ليس هناك ما يدعو إلى زيادة

تناول اللاعب للبروتين قبل الأداء حيث إن الأهم منه في هذه الحالة هو زيادة تناول الكربوهيدرات .

ثانياً: الكربوهيدرات Carbohydrates والجهد البدني:

تتكون معظم المواد الكربوهيدراتية من أصل نباتي فيما عدا الجليكوجين أو النشا الحيواني، وكذلك اللاكتوز (سكر اللبن) والريبوز الموجود في نوايا الخلايا .

وتركب المواد الكربوهيدراتية من كربون بالإضافة إلى الهيدروجين والأكسجين وتقوم النباتات بتكوين الكربوهيدرات عن طريق ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء والماء في وجود أشعة الشمس وبمساعدة الكلوروفيل أثناء عملية التمثيل الضوئي .

هضم وامتصاص الكربوهيدرات:

في عملية هضم وامتصاص الكربوهيدرات يبدأ الهضم في الفم عن طريق أنزيمات اللعاب حيث يتحلل النشا بدرجة جزئية، ثم بعد ذلك في المعدة حيث يعمل حامض الهيدروكلوريك على النشا والسكريز، ثم يبدأ أميليز البنكرياس استكمال خطوات التحليل والهضم في الأمعاء الدقيقة .

كذلك تعمل إنزيمات الكربوهيدرات الموجودة في العصارات المعدية على تحليل السكريات الثنائية إلى السكريات البسيطة التي تتكون منها وهي الجلوكوز، الفركتوز، والجلالكتوز والتي يسهل امتصاصها داخل جدران الأمعاء الدقيقة . وتذهب السكريات الأحادية بعد امتصاصها إلى الكبد عن طريق الوريد البابي حيث تتحول إلى جلوكوز، وكذلك مصير كل النشويات والسكريات التي توجد في الغذاء الذي يتناوله الإنسان .

ينتقل الجلوكوز من الكبد إلى الخلايا والأنسجة المختلفة بالجسم بواسطة الدم فيمدها بحاجتها من الطاقة، ثم يتحول الفائض من الجلوكوز إلى جليكوجين يخزن في الكبد، ويعتبر ذلك رصيذاً يمكن أن يحوله الجسم مرة أخرى إلى جلوكوز عند الاحتياج إليه، تقوم العضلات والقلب أثناء الراحة بتخزين الجليكوجين الذي يستخدم في توليد الطاقة عند اللزوم .

وبالنسبة للجهد البدني فإن الكربوهيدرات كمصدر للطاقة تفضل عن الدهون على الرغم من إنتاج الدهون لكمية أكبر من الطاقة، ويرجع ذلك إلى سببين أساسيين هما: تميز الكربوهيدرات بسرعة إنتاج الطاقة عن الدهون واحتياج الكربوهيدرات إلى كمية أقل من الأكسجين في إنتاج الطاقة .

ويمكن اعتبار الكربوهيدرات المصدر الأساسي لإنتاج الطاقة أثناء المجهود البدني حيث تساهم بنسبة ٨٠٪ من إجمالي الطاقة اللازمة للأداء وخاصة في المجهودات البدنية التي تستمر لفترة طويلة، ويستفيد من ذلك بشكل كبير لاعبو المسافات الطويلة كالماراثون والدراجات واختراق الضاحية والسباحة وغيرها.

نظام التعبئة الجليكوجينية Glycogen Loading (التحميل بالكربوهيدرات) وتطبيقاته في المجال الرياضي؛

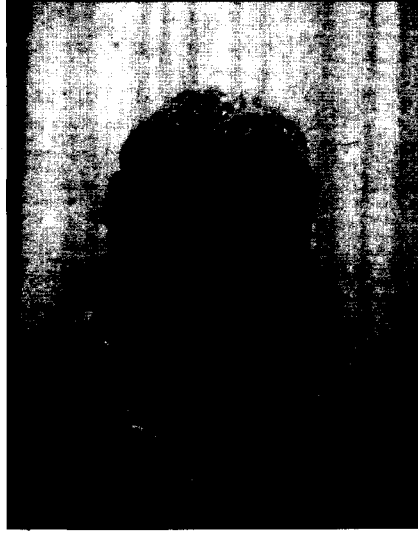
وفقا لما أوصت به نتائج دراسات عدد كبير من الباحثين، يستخدم أخصائيو التغذية والمدربون طريقة غذائية مهمة بالنسبة للاعب التحمل، تركز على تكثيف تناول اللاعب للكربوهيدرات وتستخدم نظاما معيناً لتركيز الجليكوجين وتخزينه في الكبد والعضلات بكميات كبيرة قبل المنافسة للاستفادة من ذلك أثناء سباقات التحمل، ويتلخص هذا النظام فيما يلي:

١- قبل فترة أسبوع إلى عشرة أيام من المنافسة يعطى اللاعب تدريبات تحمل عالية يمكن من خلالها استنفاد مخزون الجليكوجين في العضلات، ويطلق على هذه المرحلة الاستنفاد Depletion.

٢- قبل أربعة إلى ثلاثة أيام من المنافسة يتناول اللاعب وجبات غذائية منخفضة الكربوهيدرات، وذلك بغرض زيادة استنفاد المخزون الجليكوجيني من العضلات.

٣- يتغير هذا النظام كله بعد ذلك حيث يعطى اللاعب خلال الأيام الثلاثة التي تسبق المنافسة كميات كبيرة من الكربوهيدرات في الغذاء ويستمر في ذلك حتى يوم المنافسة، عندئذ تتضاعف نسبة تركيز الجليكوجين حوالي ٢-٣ مرة عن المستوى العادي، وتسمى هذه المرحلة بالتعبئة Loading.

ويتضح تأثير استخدام نظام التعبئة الجليكوجينية خلال النصف الثاني أو خلال الربع الأخير من سباقات الماراثون أو سباقات دراجات الطريق وكذا في سباقات القوارب والتجديف لمسافات طويلة (سباقات التحمل عموماً) حيث يستفيد الجسم من حجم الجليكوجين المخزون مما يدعم كفاءة استمرار اللاعب في مواصلة الجهد وإحراز التفوق في مثل هذه السباقات، ولا يصلح هذا النظام بالنسبة للسباقات التي تؤدي لأقل من ساعة على نحو مستمر.



شكل (٢٦)

التعبئة الجليكوجينية كنظام لتغذية رياضيو التحمل عن Brouns, 1993

الآثار الجانبية The Side Effects لنظام التعبئة الجليكوجينية:

قد يحدث نتيجة لاستنفاد الجليكوجين خلال المراحل الأولى لنظام التعبئة الجليكوجينية أن يتعرض اللاعب للشعور ببعض الآثار الجانبية السلبية التي تتمثل في شعوره بحدة المزاج والعصبية وأحيانا الدوخة والغثيان والتعرض للإرهاق وانخفاض مستوى الأداء الرياضى، كما أن الزيادة التالية المفاجئة في حجم تناول الكربوهيدرات قد تعرض الجهاز الهضمى لنوع من الاضطراب يتمثل في اضطرابات المعدة والأمعاء وحالات الإسهال.

ولا ينصح باستخدام هذا النظام بالنسبة للأطفال أو الناشئين كما لا ينصح به للاعبى سباقات السرعة لأن خزن الجرام الواحد من الجليكوجين بالجسم يحتاج إلى مقدار ثلاثة جرامات من الماء، وهذا يشعر اللاعب بثقل الوزن ويؤثر سلبا على نتائجه فى مثل تلك السباقات.

النظام المعدل للتعبئة الجليكوجينية:

لتفادى التأثيرات السلبية لنظام التعبئة الجليكوجينية السابق ذكرها، تم فى الآونة الأخيرة تعديل تلك الطريقة، بحيث يعطى اللاعب نسبة عالية من الكربوهيدرات

وخاصة النوع المركب منها بحيث تصل النسبة من ٦ إلى ١٠ جرامات لكل كيلوجرام من وزن اللاعب، ويتم ذلك قبل أسبوع على الأقل من يوم البطولة أو السباق مع خفض شدة وزمن التدريب تدريجيا حتى يوم البطولة، وبهذا يزيد حجم الجليكوجين المخزون بمقدار ضعفين ونصف دون أن يتعرض اللاعب للآثار السلبية لهذا النظام.

التوجيهات الخاصة بتناول الكربوهيدرات في المجال الرياضي:

١- لا يفضل تناول الكربوهيدرات قبل الاشتراك في المنافسات التي يقل زمن أدائها عن ٤٠ دقيقة، حيث لن يتم الاستفادة من تناولها قبل امتصاصها بالدم وإتمام عمليات التمثيل الغذائي الخاص بها، وتحتاج هذه العمليات إلى فترة من الوقت.

٢- يمكن أن تفيد الكربوهيدرات لاعبي سباقات التحمل التي تستمر لمدة طويلة كالماراثون واختراق الضاحية إذا تم استخدامها قبل النشاط البدني مباشرة.

٣- إذا كان الهدف من تناول الكربوهيدرات هو محاولة إعادة تخزين الجليكوجين، فيجب تناولها قبل أداء النشاط البدني بأكثر من ساعتين ونصف.

٤- في حالة الجو الحار يحتاج الجسم إلى الماء بشكل أكبر من حاجته إلى الكربوهيدرات؛ لذا يفضل إعطاء الكربوهيدرات في شكل محلول نسبة تركيزه ٥٪ (٥ جرامات سكر لكل ١٠٠ مليلتر ماء) بينما يمكن زيادة تركيز المحلول بالسكر في حالة الجو البارد لتصل إلى ٢٠٪. وينبغي ألا تزيد النسبة عن ذلك حتى لا تؤثر سلبا في عملية الامتصاص أو تحدث بعض الارتباك في المعدة والأمعاء.

ثالثا: الدهون Fats ودورها في الجهد البدني:

توجد الدهون في القشدة والزبدة والسمن واللبن والزيت، وهي تمد الجسم بالحرارة وبعضها يحمل الفيتامينات، وتعتبر الدهون مصدرا أساسيا للطاقة، كما أنها تحمي الجسم من الصدمات الخارجية، تتحول الدهون بعد عمليات الهضم إلى أحماض دهنية وجلسرين، ويعطى الجرام الواحد منها حوالي ٩,٣ سعر حراري، ولا يحتاج الرياضي لزيادة تناول الدهون إلا إذا استمر زمن الأداء الرياضي لأكثر من ساعة، غير

أنه يفضل الاعتماد على المواد الكربوهيدراتية كمصدر للطاقة أثناء النشاط الرياضى للأسباب التى أوضحناها فى موضوع الكربوهيدرات.

رابعاً: الأملاح المعدنية Minerals ودورها فى الجهد البدنى:

يحصل الجسم على الأملاح المعدنية من خلال الماء والطعام الذى يتناوله الفرد، وتوجد الأملاح المعدنية عادة فى اللبن، والبيض، والعسل الأسود، والأسماك، واللحوم، والخبز، والسبانخ، والجرجير، والخس والجزر.

إن تناول الأملاح المعدنية لا يؤدى إلى تحسين مستوى الأداء الرياضى، ولكنه يفيد فى تعويض ما يفقده الجسم من أملاح خلال عمليات التدريب أو جهد المنافسات، وعلى سبيل المثال فإنه عندما ينخفض تركيز الصوديوم عن معدلاته الطبيعية يتعرض اللاعب لحدوث التقلصات والألم العضلى، يحدث ذلك حتى بعد انتهاء الجهد بعدة ساعات، كما قد يشعر اللاعب بالصداع والغثيان. . ويحتاج اللاعب بالضرورة إلى تعويض النقص الحادث بالأملاح وإلا فإن أدائه سوف يتأثر سلباً.

خامساً: الماء Water وأهميته فى أداء الجهد البدنى:

يعتبر الماء أحد المكونات الأساسية لأنسجة الجسم حيث تبلغ نسبته حوالى ٥٠-٦٥٪ من وزن الجسم، ويقوم الماء بدوره الهام باعتباره السائل الذى يشتمل على الكثير من المواد الكيميائية اللازمة للجسم، وعند التدريب فى الجو الحار يزداد معدل إفراز العرق للتخلص من الحرارة الزائدة بالجسم، كما يزداد إفراز العرق خلال المباريات، وخاصة عند ارتفاع درجة حرارة الجو مع ارتفاع نسبة الرطوبة، ويحتاج الجسم إلى حوالى ٢٤-٣٦ ساعة لتعويض الماء المفقود الذى يؤدى إلى نقص ما بين ٤ - ٧,٥ ٪ من وزن الجسم.

ويؤدى فقد الماء من الجسم عن طريق العرق دون تعويضه إلى اختلال التوازن المائى بالجسم، مما يؤدى إلى أضرار كثيرة مثل سرعة التعب والإجهاد وإصابات الحرارة، وإذا فقد اللاعب نسبة فى حدود ٤-٥ ٪ من وزن جسمه عن طريق الماء فإن ذلك سوف يؤثر سلباً فى أدائه لأنشطة التحمل بنسبة ٢٠-٣٠ ٪ وتؤدى الزيادة الكبيرة لفقد الماء بالجسم إلى جفاف الأنسجة Dehydration وقد تصل الحالة إلى الوفاة، ولا يعتبر الإحساس بالعطش هو المؤشر لحاجة الجسم إلى الماء، إذ أن فقدان السوائل يكون قد بدأ

بالفعل قبل إحساس اللاعب بالعطش ، وفي حالة التمرين الشديد وظروف الحرارة العالية عادة ما يتجاوز فقدان الماء المعدل الذى يمتص منه بالجسم ؛ ولذا ينصح كإجراء وقائى بأن يتناول اللاعب الماء حتى وإن كان لا يشعر بالعطش خلال الأداء فى الأجواء الحارة .



شكل (٢٧)

يكون من المهم شرب الماء والسوائل خلال الراحة البينية للتدريب والجهد البدنى وخاصة فى الجو الحار

فسيولوجية العطش Thirst والتوازن المائى Water Balance:

ينظم إحساس الفرد بالعطش بواسطة مركز فى مهد الدماغ (thalamuth) يعرف بمركز الشرب drinking center يقع قريبا جدا من مركز آخر يعرف بمركز منع إدرار البول ADH ومن أهم العوامل المحفزة لمركز الشرب: فرط تركيز الأملاح بالجسم وارتفاع درجة حرارته أو درجة حرارة الجو المحيط ، كما ينبه مركز الشرب عندما ينقص حجم الماء أو سوائل الجسم عامة ، ويلاحظ أن هذه العوامل مجتمعة تكون مرافقة لأداء الجهد البدنى ، وخاصة عند الأداء فى الجو الحار ، ويؤدى شرب الماء إلى تخفيف حدة العطش للفرد بصورة مؤقتة ويحدث ذلك حتى قبل امتصاص الماء فى المعدة والأمعاء .

يتوزع الماء بالجسم فى قسمين: داخل الخلايا ويمثل نسبة ٧٥٪ وخارج الخلايا بنسبة ٢٥٪ والأخير هو الذى تتألف منه البلازما وسائل بين الخلايا أو السائل النسيجي، وعلى الرغم من هذا التقسيم إلا أنه يحدث تبادل سريع ودائم بين توزيعات الماء عبر خلايا وأجزاء الجسم المختلفة مما يشكل نوعا من التوازن الديناميكي أو فيما يعرف بالتوازن المائى، ولكى يبقى ذلك التوازن ثابتا لابد أن يكون هناك تكافؤ أو توازن بين حجم الماء الداخلى إلى الجسم والمفقود منه، ويوضح جدول (٨) حجم هذا المقدار يوميا لدى الأشخاص الأصحاء البالغين.

جدول (٨)

توزيع الماء الداخلى إلى الجسم والمفقود منه يوميا فى حالة الراحة
للأشخاص الأصحاء البالغين

الماء الداخلى إلى الجسم Water In Put	الماء المفقود من الجسم Water Out put
داخل إلى الجسم عن طريق:	فاقد من الجسم عن طريق:
الشرب (ماء حر) ١٣٥٠ مللى لترا	البول ١٤٠٠ مللى لتر
الغذاء (الأطعمة) ٩٠٠ مللى لتر	الجلد (العرق) ٧٠٠ مللى لتر
أكسدة الغذاء ٤٥٠ مللى لترا	الأمعاء (البراز) ١٠٠ مللى لتر
	الرئتين (هواء الزفير) ٥٠٠ مللى لتر
المجموع ٢٧٠٠ مللى لتر	المجموع ٢٧٠٠ مللى لتر

تغيرات البول وتأثيرات الجهد البدنى على وظائف الكلى:

تعكس مكونات البول العديد من وظائف الكلى، ويتألف البول من الماء والمواد الذائبة فيه والتى يعتبر نصفها من اليوريا Urea وهى المادة الرئيسية الناتجة عن أيض البروتين، وتبلغ نسبة المواد النتروجينية فى البول ٩٥٪ معظمها من اليوريا، حامض

البوليك Uric Acid الكرياتين والأمونيا، والبول الرائق حمضى التفاعل حيث يبلغ أسه الهيدروجيني (pH 6) وتتراوح قيمته فى الحالات الطبيعية بين ٦ - ٦,٥ ٪ وأقصى درجة حامضية تسمح لاستمرار إفراز أيونات الهيدروجين فى البول هى ٤,٥ .

من أهم وظائف الكلى التى يكشف عنها فى البول هى البروتينات، حيث يعتبر ظهورها دلالة على ما يعرف بالبول البروتينى Proteinuria وأهم هذه البروتينات هى مصل الألبومين Serum Albumin ومصل الجلوبيولين Serum globulin وهما من أهم بروتينات الدم، توجد آثار هذين النوعين من البروتين حتى لدى الشخص السليم، إلا أن المقدار الطبيعى لظهورهما فى البول يوميا لا يتجاوز ٣٠ - ٢٠٠ جرام، وإذا زاد المقدار عن ذلك كان دلالة على الحالة التى ذكرناها (البول البروتينى) وهى تنقسم إلى نوعين هما: البول البروتينى الكاذب أو الفسيولوجى الذى يظهر تحت تأثير ظروف حادثة أو طارئة منها الجهد البدنى العنيف أو عقب تناول وجبة غذائية غنية بالبروتين أو فى بعض الحالات المرضية كفقر الدم أو نقص التغذية، والنوع الثانى هو البول البروتينى الحقيقى أو الكلوى الذى يظهر تحت تأثير ظروف مرضية متعددة فى الغالب.

المكون الثانى ذو الأهمية فى البول هو سكر الجلوكوز Glucose الذى تتراوح نسبته فى الدم فى الظروف العادية بين ٨٠ - ١٢٠ مليجراما ٪ وتتأثر هذه النسبة بعدد



شكل (٢٨)

بعض طلاب قسم التربية الرياضية بجامعة البحرين أثناء تدريبهم على فحص تأثيرات الجهد البدنى على بعض وظائف الكلى

من العوامل، إلا أنه إذا زادت عن ١٨٠ ٪ فإن الجلوكوز سوف يطرح فى البول وتظهر حالة البول السكرى *Glucoseuria*، فمن المفروض أن يكون البول الطبيعى خاليا تماما من الجلوكوز لأن أنسولين البنكرياس يلعب دورا مهما فى تنظيم هذه العملية بامتصاص الجلوكوز الفائض وإعادته مرة أخرى إلى الدم.

الجهد البدنى الشديد يزيد من إفراز هرمون الأدرينالين *Adrenaline* الذى يفرزه نخاع الغدة فوق الكلية وهذا بدوره يؤدى إلى زيادة عمليات تحلل الجليكوجين الكبدى فيرتفع تركيز الجلوكوز فى الدم بدرجة أعلى من القدرة على امتصاصه وإعادته مرة أخرى إلى الدم ومن ثم يطرح ويظهر فى البول.

لقد أشار عدد من العلماء والباحثين إلى ظهور بعض المكونات بصورة غير طبيعية فى البول تحت تأثير الجهد البدنى كنتيجة لتأثر الوظائف الفسيولوجية للكلية، حيث أظهرت دراسة «يامن» وزملاؤه *Yaman et al.1998* ظهور حالة البول البروتينى لدى الفتيان والفتيات الذين اشتركوا فى سباق لاختراق الضاحية بتركيا عام ١٩٩٦م، وأشار «بالتاسى» وزملاؤه *Baltaci et al.1997* إلى ظهور نفس الحالة لدى الملاكمين فى فرق: روسيا، وأوكرانيا، وتركيا، وأذربيجان، وجورجيا، كما أشارت الدراسة إلى ظهور كرات الدم الحمراء فى البول أيضا وهى حالة لا تظهر فى الظروف الطبيعية وتعرف باسم الهيماتوريا *Hematuria*، كما أوضحت نتائج عدد آخر من الدراسات تغير قيمة pH البول إلى الاتجاه الحمضى نتيجة المجهودات البدنية الشاقة.

وفى البيئة العربية تعتبر الدراسات التى أجراها «أبو العلا عبد الفتاح» وأحمد معروف ١٩٨٣م من الدراسات الرائدة فى هذا المجال وتلا ذلك عدد من الدراسات الأخرى، ويمكن بطريقة بسيطة إجراء فحص البول بواسطة أشربة قياسية ملونة خاصة تعرف باسم *Comber's test* وتعرض الصورة الموضحة بشكل (٢٨) بعض طلاب قسم التربية الرياضية بجامعة البحرين أثناء تدريبهم على كيفية إجراء مثل تلك الاختبارات - قبل وبعد - أداء مجهودات بدنية محددة باستخدام أجهزة قياس الجهد للتعرف على بعض تغيرات البول المعبرة عن التغيرات الفسيولوجية لوظائف الكلية فى مثل هذه الظروف، ومعرفة الفترات الزمنية التى يتم فيها استشفاء تلك الوظائف بحيث يمكن تنظيم الجرعات التدريبية والفترات الزمنية المناسبة لتكرار أحمال التدريب مع تجنب الأضرار الصحية التى قد يتعرض لها اللاعب نتيجة عدم مراعاة ذلك.

لقد فسرت تغيرات البول اللاحقة لأحمال التدريب من قبل العلماء والباحثين على أساس ما أسماه «كليمان» Kleiman, 1960 بظاهرة الكلى الرياضية أو كلى الرياضى Athlete's Kidney وترجع هذه التغيرات - غالباً - إلى ظروف نقص الأكسجين في الدم الذى يتعرض لها الجسم بصفة عامة والكلى بصفة خاصة عندما ينقص جريان الدم إليها بسبب الجهد البدنى مما يعمل على اتساع المرشحات الكلوية فتظهر تلك المكونات - كبيرة الحجم نسبياً - فى البول، كما أنه نتيجة المجهودات الشديدة والأداء البدنى العنيف وأنواع الاصطدامات التى يصادفها الرياضيون قد تؤدى إلى نوع من التكسير لكرات الدم الحمراء فتظهر فى البول، إلا أن الجدير بالذكر أن مثل هذه التغيرات تعتبر ظاهرة مؤقتة لاحقة للجهد البدنى ولا تلبث أن تختفى فى غضون فترة لا تزيد عادة عن ٢٤ - ٧٢ ساعة.

النصائح العلمية والتوجيهات الخاصة بشرب الماء والسوائل أثناء التدريب:

عند ممارسة الرياضة وأداء التدريب وبخاصة فى الأجواء الحارة، يصبح من الأهمية المحافظة على توازن الماء بالجسم، ونظراً لزيادة إفراز الجسم للعرق فى مثل تلك الظروف، قد يفقد اللاعب جزءاً كبيراً من ماء الجسم دون تعويضه، مما يعرضه خلال التدريب لبعض المخاطر، ولذا يجب أن يتابع المدرب وزن اللاعب يومياً وخاصة فى أعقاب التدريب، ويدل النقص السريع المفاجئ لوزن جسم اللاعب على عدم تعويض الماء المفقود، وفى هذه الحالة يمكن منع اللاعب من التدريب، وللوقاية من ذلك يسمح للاعب بتناول جرعات الماء خلال فترات توقف اللعب أو قبل التدريب بحوالى ١٠-٢٠ دقيقة، حيث يؤدى ذلك إلى زيادة العرق وبذلك يتخلص اللاعب من الحرارة الزائدة بالجسم، كما يمكن للاعب أن يتناول بعض جرعات الماء أثناء التدريب أو المباراة كلما أتاحت الفرصة لذلك، وتكون جرعة الماء فى حدود ٢٥٠ مليلتراً (حوالى كوب من الماء) بمعدل كل ١٠-١٥ دقيقة وخاصة عند الجو شديد الحرارة، ويجب التأكيد على تلك التوجيهات خاصة فى سباقات الدراجات والمراثون وغيرها من السباقات الفردية طويلة الزمن التى يمكن خلالها تناول جرعات الماء دون توقف الأداء أو المنافسة.

سادساً: الفيتامينات Vitamins وأهميتها للجهد البدنى:

يحتاج الفرد من الفيتامينات إلى كميات قليلة ومحدودة، وتزداد الحاجة إليها

بعض الشيء فى بعض الظروف مثل التدريب الرياضى وعند تغير الضغط الجوى أو درجة الحرارة وكذلك فى حالة بعض الأمراض، كما تزداد حاجة الصغار إلى الفيتامينات فى المجال الرياضى أساسا للوقاية من نقص الفيتامينات وما يتسببه ذلك من الإصابة ببعض الأمراض التى يصعب تعويضها فيما بعد، وتختلف أنواع الفيتامينات فمنها ما يذوب فى الماء مثل فيتامين B وفيتامين C ومنها ما يذوب فى الدهون مثل فيتامينات A,D,K.

وبصفة عامة فلإن بعض المدربين يفضلون أن تزداد كمية فيتامين C التى يتناولها اللاعب بصفة خاصة خلال موسم المباريات، نظرا لسرعة إصابة اللاعبين ببعض الأمراض كنتيجة لانخفاض مستوى مناعة الجسم خلال هذه الفترة. وإذا ظهر احتياج اللاعب إلى الفيتامينات فإن الطبيب هو الذى يقرر نوعية ومقدار الفيتامينات التى يجب أن يتناولها.

ويحصل الإنسان على معظم احتياجاته من الفيتامينات خلال غذائه اليومي المعتاد، وتقوم الفيتامينات بدور نشط فى الكثير من العمليات الحيوية بالجسم، كالتمثيل الغذائى، وتركيب الإنزيمات، ونشاط الغدد الصماء، كما أنها تزيد من حيوية الجسم ومقاومته للأمراض.

وما زالت الفيتامينات تجتذب العديد من الرياضيين إلى تناولها بكثرة فى أشكال وصور متعددة، سواء كانت تلك الفيتامينات فى صورتها الطبيعية أو فى صور مستحضرات كيميائية، ويأتى ذلك اعتقادا من الرياضيين بأن للفيتامينات تأثيرا مباشرا على الأداء والجهد البدنى، غير أن ذلك الاعتقاد لم تثبت حقيقته علميا، بل إنه على العكس من ذلك فقد لوحظ أن الزيادة فى تناول الفيتامينات، وخاصة ما هو منها فى شكل عقاقير - قد يكون أكثر ضررا على الصحة العامة للفرد.

إرشادات الوجبة الغذائية قبل المباراة:

عند تناول اللاعب للوجبة الغذائية السابقة لاشتراكهم فى المباراة أو البطولة، ينبغى أن تراعى الجوانب والملاحظات التالية:

- ١- يجب تناول الوجبة قبل وقت كاف من بداية المنافسة بحيث لا تقل تلك الفترة عن ٣-٤ ساعات.
- ٢- يفضل زيادة تناول الخضروات والفاكهة يوم المباراة نظرا لسهولة هضمها واحتوائها على كمية كبيرة من الفيتامينات.
- ٣- يمنع تناول الأسماك المجففة والمالحة لأنها تسبب الشعور بالعطش على نحو مستمر يدفع اللاعب لتناول كميات كبيرة من الماء ويؤدى ذلك إلى إرهاق الجهاز البولى.
- ٤- بالنسبة للمشاركين فى المنافسات التى تطول فترة أدائها عن ٣٠ دقيقة يجب تناول وجبات غذائية تحتوى على نسبة ٨٠-٩٠٪ من المواد الكربوهيدراتية.
- ٥- يمكن تناول المشروبات بين شوطى المباراة أو بين المباريات وأثناء سباقات المسافات الطويلة شريطة أن تكون المشروبات فى صورة محاليل سكرية سهلة الهضم.
- ٦- ينبغى الامتناع عن تناول الأطعمة الغازية كالفاصوليا والبامية والبسلة والثوم تجنباً لعسر الهضم وتكوين الغازات بالأمعاء، الأمر الذى يجعل اللاعب يشعر بالضيق وقد يؤثر ذلك على مستوى أدائه.
- ٧- فى حالة إحساس اللاعب بنوع من القلق تجاه المنافسة أو تجاه نوع معين من الغذاء يفضل إعطاؤه أية وجبات يرغب فى تناولها شريطة أن تكون سهلة الهضم، كما يفضل فى هذه الحالة تناول الأطعمة المألوفة لديه ولا يحاول تجربة أى نوع جديد من الغذاء.
- ٨- تفضل المشروبات الدافئة لسهولة امتصاصها فى الأمعاء وعدم حاجة الجسم لاستهلاك طاقة فى تدفئتها.
- ٩- لا يعتبر البروتين مصدراً أساسياً للطاقة خلال النشاط الرياضى، ولا ينصح به كنوع من الغذاء قبل المنافسة بهدف إنتاج الطاقة.
- ١٠- الإقلال من المشروبات المنبهة للجهاز العصبى ومنع التدخين وتناول المشروبات الكحولية لما يسببه ذلك من اضطرابات عصبية. ويسمح بتناول فنجان واحد من الشاي أو القهوة قبل الاشتراك فى المنافسات.
- ١١- يفضل أن يتناول اللاعب قدرًا ملائمًا من السوائل يوم المباراة.

الخطة العملية لتغذية الرياضيين: Nutrition Action Plan

الثقافة الغذائية والمعلومات الجيدة عن الغذاء تعتبر عديمة الفائدة إذا لم يتم تطبيقها في الحياة بشكل عام وفي التدريب الرياضي بخاصة، وعلى المدرب مساعدة اللاعبين في هذا المجال كجزء مكمل للخطة التدريبية، وحتى يقوم المدرب بوضع خطة غذائية للاعب، عليه اتباع ثلاث مراحل هي:

أ - مرحلة الملاحظة Observation Stage

ب - مرحلة التحليل Analysis Stage

ج - مرحلة التنفيذ Action Stage

أولا - مرحلة الملاحظة، Observation Stage

تهدف هذه المرحلة إلى محاولة المدرب جمع معلومات عن الحالة الغذائية للاعبين، ينبغي أن يكون ذلك في بداية الموسم التدريبي حتى تتاح الفرصة الكافية لتسجيل الملاحظات وتحليلها، وحتى يمكن اتخاذ التدابير اللازمة وتعديل سلوك اللاعبين فيما يتعلق بالتغذية.

هناك ثلاث طرق لملاحظة اللاعبين، يفضل اختيار الطريقة المناسبة التي تتوافق مع المهارة الشخصية للمدرب، وهذه الطرق هي:

أ - المقابلة الشخصية مع اللاعبين:

يتم إجراء حوار مع اللاعبين عن عاداتهم الغذائية وأساليب تناولهم للغذاء - أماكن تناول الوجبات - من يقوم بإعداد الوجبات وتحضيرها؟ مع من يتم تناول الغذاء؟ فرديا أو مع الأسرة أو الأصدقاء؟.

مهم جدا خلال مقابلة اللاعبين أن يتم إيضاح طبيعة الغذاء الخاص باللاعب والحمية الغذائية المناسبة لطبيعة رياضته التخصصية، يمكن خلال المقابلة أن تكون الإجابات شفوية أو كتابية، كما يمكن أن تكون المقابلة بشكل فردي أو جماعي مع اللاعبين، وقد يكون مهما دعوة الوالدين أو أحدهما لحضور المقابلة، وخاصة مع اللاعبين الناشئين أو المبتدئين.

ب - ملاحظة السلوك الغذائي للاعب:

تعتبر الملاحظة الطبيعية لسلوك اللاعب الغذائي هي المؤشر الحقيقي الذى يعكس طبيعة عاداته الغذائية، ويتم ملاحظة ذلك فى المطاعم وأماكن تناول الطعام بالمعسكرات التدريبية، كما يتم ملاحظة ذلك أثناء مرافقة اللاعبين فى الجولات الترفيهية، ويتم التركيز على السلوك الغذائي للاعب قبل وبعد التدريب والمنافسات.

ج - قياس الخصائص والمواصفات المورفولوجية والبدنية للاعب:

يمكن من خلال إجراء بعض القياسات المورفولوجية على اللاعبين (الطول - الوزن - تقدير التركيب الجسمى من الدهون والعظام - العضلات - حجم العضلات ومحيطات أجزاء الجسم...) يمكن من خلال نتائج هذه القياسات الوقوف على تطور نمو أجزاء الجسم ومكوناته بالنسبة للاعب، كما يتم من خلال ذلك إقناع اللاعب بوضعه الجسمى ومتطلبات التغذية اللازمة له، كما يمكن إجراء بعض الفحوصات الطبية كقياس درجة تركيز الهيموجلوبين فى الدم، ونسبة الجلوكوز، والدهون، وتركيز الأملاح والأحماض ونسبة الحديد فى الدم... مع تسجيل الملاحظات الخاصة بالصحة العامة للاعب وحيوية الجلد والشعر - صفاء العينين... جميع هذه الجوانب ينبغى تسجيلها والاحتفاظ ببيانات عنها..

ثانيا - مرحلة التحليل، Analysis Stage

يتم فى هذه مراجعة المعلومات والبيانات التى أمكن الحصول عليها من المرحلة السابقة، كما يتم مراجعة المعايير الغذائية Nutritional Norms التى تتوافق مع العمر والجنس، وتحليل مجمل البيانات المتعلقة بظروف التغذية النموذجية للاعب، ويراعى أن يكون وصف متطلبات التغذية متوافقا مع متطلبات فترة الموسم التدريبى.

فى مرحلة التحليل يراعى كذلك الجانب المادى المرتبط بتغذية اللاعب، فبعض اللاعبين يعيشون مع ذويهم وقد تكون الأسرة محدودة الدخل وتواجه بعض المشاكل المتعلقة بتغذية اللاعب، وقد يعيش لاعبون آخرون بعيدا عن ذويهم، وعادة لا يجيدون الطبخ أو تحضير الطعام، يميلون فى الغالب إلى شراء الوجبات سهلة التحضير أو أنهم يتجهون إلى تناول الوجبات السريعة ذات القيمة الغذائية المنخفضة والتى تعتبر غالية الثمن، وتحتوى على مواد إضافية كثيرة، من المهم جدا فى مرحلة التحليل أن يتم تقديم وصف للوجبات منخفضة التكاليف وذات القيمة الغذائية العالية.

ثالثا - مرحلة التنفيذ: Action Stage

تعتبر مرحلة التنفيذ هي المرحلة الحساسة فى خطة التغذية العملية للاعب، حيث تكون العادات الغذائية للاعب قد تشكلت نتيجة سلوكيات اتبعت لمدة زمنية طويلة، وسوف يكون من الصعب تغييرها جذريا بأسرع ما يمكن. . حاول كمدرّب ألا تتسبب فى إحراج اللاعب أو الإساءة إليه بأى شكل من الأشكال نتيجة عاداته الغذائية.

بعد قيامك بعملية الملاحظة والتحليل يمكنك اتخاذ بعض الإجراءات التى تحتاج إلى مهارة شخصية منك لكى تساعد اللاعبين فى القيام بإجراءات التنفيذ، وتتلخص الإجراءات التنفيذية فى الآتى:

- الخطوة الأولى: تقديم ومنح المعلومات Information للاعب:

يعتبر المدرب مصدرا للكثير من المعلومات بالنسبة للاعبيه، وهذا يرجع بدرجة كبيرة إلى كم المعلومات ونوعيتها لدى المدرب، والكيفية أو المهارة الشخصية له فى طرحها على اللاعبين فى الوقت المناسب الذى يمكنهم فيه تلقى المعلومات بدرجة كافية من الانتباه والتركيز، وعلى المدرب الرجوع إلى أفضل المصادر التى تمكنه من الحصول على معلومات جيدة عن تغذية اللاعبين، لا سيما المصادر المعتمدة مثل معاهد التغذية أو اللجان الاستشارية الخاصة بتغذية الرياضيين.

ينبغى أن تتضمن الخطة السنوية للتدريب برنامجا ثقافيا وتوعويا عن تغذية اللاعبين تعقد من خلاله جلسات خاصة بطرح المعلومات الغذائية وعرضها ومناقشتها مع المختصين فى هذا الجانب، ومن المهم فى مثل هذه الجلسات تواجد أولياء أمور اللاعبين أو المسؤولين عن تغذية اللاعب بالمنزل، وكذا القائمين بتجهيز وتحضير الطعام بالمعسكرات التدريبية الخاصة باللاعبين.

إذا لاحظ المدرب أن أحد اللاعبين فى وضع غذائى سيئ (سوء أو نقص تغذية مثلا) عليه إخطار اللاعب بذلك، ومن المناسب فى هذه الحالة توضيح الأمر للمسئول عن تزويده بالطعام حتى يتخذ الإجراء الوقائى والتنفيذى الملائم.

- الخطوة الثانية: التدخل:

تحتاج عملية التدخل فى خطة تغذية اللاعب إلى تحليل حجم نشاط وحركة اللاعب، كما أنه من المهم كذلك تقرير الاستمرار فى البرنامج الغذائى المحدد أو تعديله

أو إيقافه، كما ينبغي محاولة استخدام الإستراتيجيات الفردية لكل لاعب كطريقة لتدبير سلوك غذائي معين قابل للتغير وليس على أساس التغير طويل المدى.

ينبغي أن يعلم المدرب بأن التدخل يكون مؤثرا بدرجة ممتازة لدى اللاعبين الذين لديهم رغبة وحافز جيدين للتغير في السلوكيات الغذائية، أما الذين لا يرون في ذلك جدوى أو أهمية فسوف يكون من الصعب نجاح إستراتيجيات التدخل بالنسبة لهم، ويتوقف ذلك على مهارة المدرب في المراحل السابقة لخطة التغذية وكذلك على سماته الشخصية وعلاقته الارتباطية بلاعبيه.

- الخطوة الثالثة، الإحالة:

عندما يمكن الوقوف على مشكلة غذائية معينة يصعب حلها بالنسبة للمدرب، ينبغي حينئذ الرجوع إلى الإخصائي المناسب أو الهيئة الاستشارية المختصة بالتغذية، ففي حين لا تحتاج العملية إلى أكثر من الاستشارة المباشرة من قبل اللاعب للإخصائي، فقد تقتضى الضرورة بالنسبة للاعبين الناشئين أو ممن هم دون سن البلوغ أن تكون الإحالة من خلال ذويهم أو أولياء أمورهم.

مما تقدم يمكن إدراك أحد الجوانب المهمة اللازمة لإعداد المدربين وتأهيلهم في جانب التغذية للرياضيين، بحيث يكون المدرب على وعى كامل ودراية جيدة لأسس تغذية اللاعب وفقا لنوع الرياضة التي يمارسها ومقومات النجاح للبرنامج الغذائي الذي يمكن اللاعب من الأداء الجيد، كذلك يتبين دور المدرب في الجوانب التكميلية لخطة وبرنامج التدريب، هذا مع الأخذ في الاعتبار ضرورة الرجوع إلى الجهات المختصة ببرامج التغذية في الوقت المناسب، وعندما تقتضى الضرورة، وكذا لدعم النواحي الخاصة بالثقيف الغذائي للاعبين وتقديم الاستشارات الغذائية والصحية اللازمة لهم.

الفصل السادس

نظريات وتطبيقات استخدام

الطاقة فى المجال الرياضى

Theories and Applications in

Using Energy in Sports Domin



مقدمة:

يحتاج جسم الإنسان إلى الطاقة التي تكفل له القيام بوظائفه الحيوية المتعددة، ويحصل الإنسان على الطاقة من خلايا الغذاء الذي يتناوله ليمر بعملية الهضم والامتصاص، ثم تحدث من خلال الجسم مجموعة كبيرة من التفاعلات الكيميائية تصل إلى مئات الأنواع تشكل في مجموعها ما يعرف بعملية الأيض أو التمثيل الغذائي Metabolism، وهناك نوعان أساسيان من هذه العمليات هما: الأيض التهديمي Catabolism الذي تتكسر خلاله جزيئات الطعام التي امتصت في الأمعاء الرفيعة وانتقلت إلى خلايا الجسم بواسطة الدم إلى جزيئات أصغر وأدق حجما لتمر بمجموعة من التفاعلات الكيميائية وتحرر من خلالها الطاقة، والنوع الآخر من عمليات الأيض هو الأيض البنائي Anabolism والذي يشتمل على بناء مركبات معقدة من مواد بسيطة خلال تفاعلات كيميائية تستهلك فيها طاقة معينة، ولا يوجد انفصال بين الأيض التهديمي والبنائي لأنهما متداخلان، فلا يتم الأيض البنائي الذي يحتاج إلى طاقة دون حدوث الأيض التهديمي الذي ينتج هذه الطاقة... وهكذا.

ويعد إنتاج الطاقة في جسم الإنسان من الموضوعات ذات الأهمية الكبيرة في مجال دراسة فسيولوجيا الجهد البدني والحركة لارتباط إنتاج الطاقة بنشاط عضلات الجسم وخاصة العضلات الإرادية، ومن ثم وجب التطرق لتناول موضوع الطاقة كأحد الموضوعات الرئيسة في هذا الكتاب.

تعريف الطاقة: The Concept of Energy

تعرف الطاقة بأنها: الجهد أو القوة أو الحيوية أو إمكانية القيام بعمل أو شغل معين Work، وتحديدًا تعرف الطاقة بأنها: الكفاءة لأداء عمل The Capacity to Do Work، وتتميز الطاقة بأنها لا تفتى ولكنها تتحول من صورة إلى أخرى من صور الطاقة، كما أنها لا تستحدث من العدم، أي أنه بالضرورة يكون لها مصدر معين.

وتقاس كمية الطاقة التي يستهلكها الجسم، وكذا الطاقة المتوفرة في المواد الغذائية بوحدة قياس تعرف بالكيلو كالورى Kilocalorie وهذه الوحدة تمثل مقدار ١٠٠٠ من السعيرات الحرارية التي تستخدم في مجال دراسة العلوم الفيزيائية، أما في علوم التغذية

فستخدم وحدة الكيلو كالورى كمترادف لكلمة السعرة الحرارية، ويعرف السعرة الحرارية بأنه: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوجرام واحد من الماء درجة واحدة مئوية.

الطاقة المكتسبة والطاقة المفقودة (المستهلكة):

كما ذكرنا فإن الجسم يحصل على الطاقة من خلال الغذاء الذى يتناوله وبخاصة العناصر الغذائية: الدهنية والكربوهيدراتية ثم البروتين - حسب تميزها فى احتواء الطاقة - ويفقد الجسم الطاقة لكى تقوم الأجهزة الحيوية الداخلية بوظائفها المتنوعة وحتى يحافظ الجسم على حرارته الداخلية الاعتيادية، كما تفقد طاقة الجسم فى القيام بأعباء الحياة اليومية وممارسة أنواع الحركة والنشاط.

وتختلف مستويات إنتاج الطاقة تبعاً لمقدار الجهد المطلوب، حيث يمكن أن ينتج الإنسان طاقة تعادل ١,٢ سعر حرارى فى الدقيقة فى حالة الراحة، ويمكن لهذا المقدار أن يتضاعف ليصل إلى حوالى ٢٠ سعراً فى الدقيقة عند أداء النشاط البدنى، كما تختلف معدلات استهلاك السعرات الحرارية تبعاً لمدى قوة وسرعة العمل العضلى نفسه، ففي المشى يستهلك الفرد حوالى ٥ سعرات فى الدقيقة، تزداد إلى ١٠ سعرات فى حالات الهرولة ثم إلى حوالى ٢٠ سعراً فى حالة الجرى، كما ترتبط إنتاجية الطاقة بعدة عوامل أخرى كحجم الجسم من حيث الطول والوزن فتزداد الطاقة الناتجة كلما زاد حجم الجسم، وعموماً يمكن تقسيم مستويات إنتاج الطاقة إلى ثلاثة مستويات كما يلي:

١- طاقة التمثيل الغذائى الأساسى (القاعدى) Basal Metabolism

وهى مقدار الطاقة المستهلكة فى حالة الراحة الكاملة للعضلات وقبل تناول الطعام وعندما تكون درجة حرارة البيئة المحيطة ٢٠-٢٢ درجة مئوية، وتستخدم هذه الطاقة لقيام أجهزة الجسم المختلفة بوظائفها الأساسية، كقيام الجهاز الهضمى بعملية الهضم، وكذلك عمليات تنظيم الحرارة للاحتفاظ بثبات درجة حرارة الجسم وقيام الجهاز الدورى بتوزيع الدم على جميع أجزاء الجسم وإلى غير ذلك من وظائف الأجهزة الأخرى.

٢- الطاقة خلال الراحة النسبية:

ويقصد بذلك كمية الطاقة التى تزيد على مستوى التمثيل الغذائى الأساسى، وهذه الطاقة يستخدمها الجسم فى حالة الراحة النسبية لأداء احتياجاته الحركية البسيطة

كالاحتفاظ بأوضاع الجسم وزيادة درجة حرارته فى حالة الجو البارد لتضاعف حوالى ٣-٤ مرات أكثر من مستوى التمثيل الغذائى الأساسى، وتزداد الطاقة فى الراحة النسبية خلال عمليات الاستشفاء بعد أداء النشاط البدنى، كما تتغير تبعاً لردود الأفعال الانعكاسية مثل تأثير الضوضاء وحالة ما قبل المنافسات الرياضية.

٣- الطاقة أثناء النشاط البدنى:

يقصد بالنشاط البدنى جميع الأعمال البدنية التى يقوم بها الفرد خلال حياته اليومية، وعندما يزداد مقدار متطلبات الطاقة عنه فى حالة الراحة النسبية، وعلى هذا الأساس يشمل النشاط البدنى متطلبات المهنة والنشاط الرياضى وغيرها من الأعمال البدنية التى تتطلب نوعاً من الجهد.

وتتضمن الطاقة الناتجة كلاً من التمثيل الغذائى الأساسى باعتبارها الطاقة الأساسية الضرورية لحياة الإنسان بالإضافة إلى مقدار الطاقة اللازمة لأداء المهنة أو النشاط الرياضى ولا يحتاج النشاط الذهنى إلى قدر كبير من الطاقة.

وتختلف كمية الطاقة الكلية للأشخاص تبعاً لاختلاف نوعية النشاط البدنى المبذول خلال ٢٤ ساعة وفقاً لما هو موضح بالجدول التالى:

جدول (٩)

احتياجات الجسم من الطاقة اليومية تبعاً لنشاط الفرد

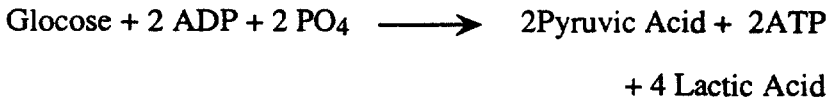
٢	طبيعة نشاط الفرد	احتياجات الطاقة اليومية (سعر حرارى)
١	الأفراد الذين لا يقومون بأعمال بدنية كبيرة، ويكون اعتمادهم على العمل الذهنى.	٢٢٠٠ - ٣٠٠٠
٢	الأفراد الذين يحتاجون إلى بذل جهد بدنى متوسط فى عملهم المهنى.	٢٣٥٠ - ٣٢٠٠
٣	الأفراد الذين يحتاجون إلى بذل جهد بدنى أكبر.	٢٩٠٠ - ٣٩٩٠
٤	الأفراد الرياضيون.	٤٥٠٠ - ٥٠٠٠

مصادر الطاقة اللازمة للانقباض العضلي:

يعتبر مركب ثالث فوسفات الأدينوسين Adenosin Triphosphate والذي يرمز له بالرمز ATP هو المصدر المباشر للانقباض العضلي، حيث إنه عند تحلل هذا المركب إلى ثاني فوسفات الأدينوسين ADP والفوسفات اللاعضوية PI يعطى طاقة تساعد على حدوث عملية التقلص، ويوجد ATP فى العضلات الهيكلية بنسبة ٢٥ ٪، لذا تستطيع العضلة تحت ظروف لاهوائية (أى فى حال عدم توافر الأكسجين) القيام بعدد من الانقباضات حتى يستنفد جميع ATP الموجود فى العضلة، وبالإضافة إلى هذا المركب يوجد فى العضلة مركب فوسفاتى آخر ذو طاقة عالية هو فوسفات الكرياتين Creatin phosphate (CP) الذى يمكنه أن يعطى مجموعته الفوسفاتية إلى ثنائى فوسفات الأدينوسين ADP ليتحول إلى ATP مرة أخرى، بينما يتحول فوسفات الكرياتين CP إلى الكرياتين C ويحدث هذا النوع من التحول أثناء راحة العضلات وعند توافر كمية كافية من الأكسجين.

إن كمية فوسفات الكرياتين محدودة كذلك حيث تبلغ حوالى ٥ ٪، فى العضلات، لكنه يكون بالإمكان إعادة تكوين CP وكذلك ATP تحت ظروف توافر الأكسجين بواسطة تمثيل الجليكوجين والجلوكوز إلى ماء وثنائى أكسيد الكربون، وعلى ذلك يكون مصدر الطاقة النهائية للانقباض العضلي هو الجليكوجين الذى يوجد بنسبة ١ ٪ تقريبا من وزن العضلات بالإضافة إلى تجدد تكوينه بشكل مستمر داخل الألياف العضلية.

عموما يمكن استخلاص أن مصدر الطاقة اللازمة للانقباض العضلي هو ATP الذى يعاد تكوينه عند عدم توافر الأكسجين إما باستخلاص الطاقة من تحلل الجليكوجين أو الجلوكوز، حيث يتحول جزئ الجلوكوز إلى جزيئين من حامض البيروفيك Pyruvic Acid من خلال المعادلة التالية:



ثم يتحول حامض البيروفيك الناتج عند تراكمه إلى حامض اللاكتيك Lactic Acid كما يمكن أن تستمد مصادر الطاقة من خلال فوسفات الكرياتين، ولكن فى حال

توافر الأكسجين فإنه يعاد تكوين كل من ATP و CP بحرق الجليكوجين أو الجلوكوز وتحويله إلى ماء وثاني أكسيد الكربون من خلال دورة كريس Krebs Cycle .

توازن مواد الطاقة أثناء المجهود والراحة:

تميز الخلايا العضلية باحتفاظها بحالة من التوازن Equilibrium بين مكونات الطاقة المتمثلة في ثلاثي فوسفات الأدينوسين ATP و الفوسفو كرياتين CP وثنائي فوسفات الأدينوسين ADP بحيث يكون هناك تركيز معين لكل مركب من هذه المكونات الثلاث تحت ظروف فسيولوجية معينة، وعند تغير هذه الظروف تتغير نسب هذه المكونات الواحدة على حساب الأخرى، فمثلا عند قيام اللاعب بأداء مجهود بدني قوى ومجهود ينخفض تركيز كل من ATP و CP في حين يرتفع تركيز كل من ADP و C ويحدث عكس هذا التركيز في حال حصول اللاعب على الراحة.

الرياضة ونظم إنتاج الطاقة:

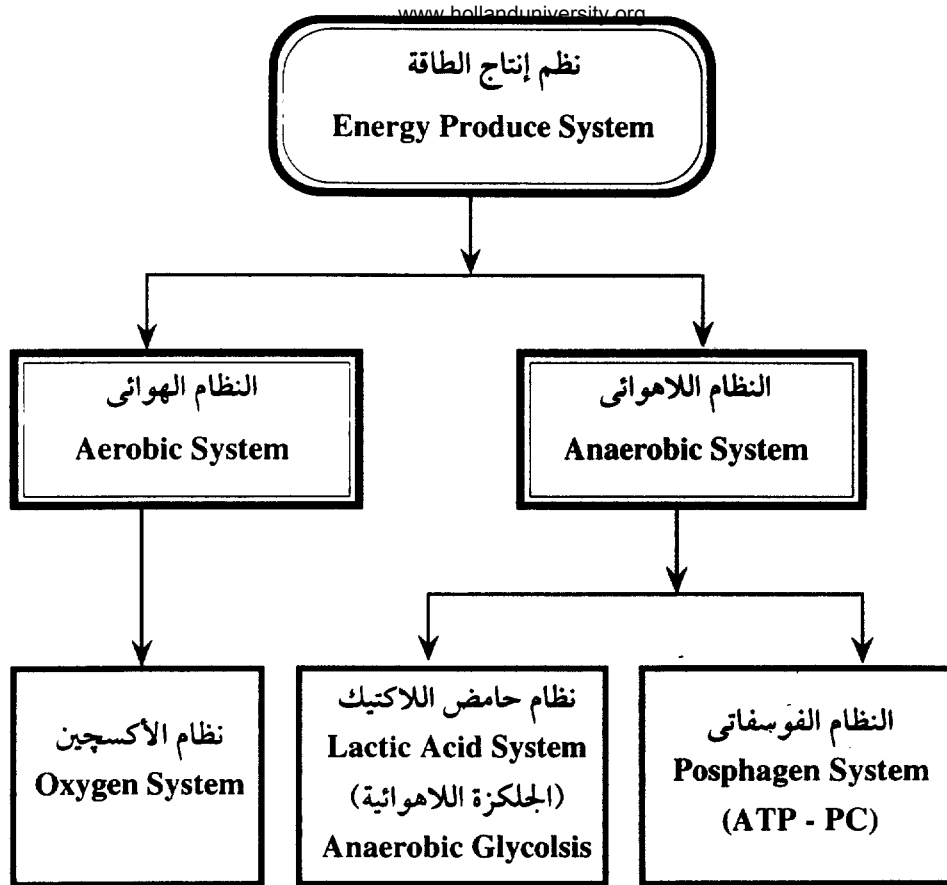
طبقا لطبيعة الألعاب الرياضية وخصائصها، تحتاج بعض الرياضات إلى نوع من الطاقة السريعة التي تنتج بكمية في الجسم خلال فترة زمنية قصيرة مثل رياضات العدو السريع والوثب والرمي، وهناك رياضات تحتاج إلى نوع من الطاقة التي يمكن أن تستمر لفترة زمنية طويلة، كرياضات الجري، سباحة المسافات الطويلة، التجديف والدراجات، غير أن معظم الأنشطة الرياضية تكاد تجمع بين نوعي الطاقة معا.

وتنقسم نظم إنتاج الطاقة عند أداء الجهد البدني إلى قسمين أساسيين هما:

١ - النظام اللاهوائي .

٢ - النظام الهوائي .

ويندرج تحت كل قسم منهما بعض الأنظمة الفرعية، ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل التالي:



شكل (٢٩)

تقسيم نظم إنتاج الطاقة

أولاً: النظام اللاهوائي للطاقة: Anaerobic System

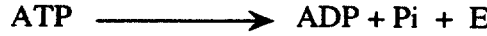
يتأسس هذا النظام على إطلاق الطاقة دون استخدام الأكسجين (لاهوائياً)، وينقسم هذا النظام بدوره إلى نظامين فرعيين هما:

أ - النظام الفوسفاتي: Phosphagen System

يعتبر المركب العضوي ثلاثي فوسفات الأدينوسين Adenosine Triphospate المصدر المباشر للانقباض العضلي وهو من المركبات الفوسفاتية ذات الطاقة العالية High Energy Phosphate Compounds كما يعتبر فوسفات الكرياتين PC من المركبات

الكيميائية الغنية بالطاقة، ويوجد هذا المركب في الخلايا العضلية مثله في ذلك مثل ثلاثي فوسفات الأدينوسين، وعند انشطاره تتحرر كمية كبيرة من الطاقة تعمل على استعادة بناء ATP المصدر المباشر لها، حيث يتم استعادة مول Mole-ATP مقابل انشطار مول من فوسفات الكرياتين، ويمكن توضيح ذلك من خلال المعادلتين التاليتين:

١- ثلاثي فوسفات الأدينوسين ← ثنائي الأدينوسين + فوسفات عضوى + طاقة



٢- فوسفات الكرياتين + ثنائي فوسفات الأدينوسين ←

ثلاثي فوسفات الأدينوسين + كرياتين



إن الكمية الكلية لمخزون ATP و PC في العضلة قليلة جدا وهى تقدر بحوالى ٠,٣ مول في السيدات و ٠,٦ مول في الرجال، وهذا بالتالى يحد من إنتاجية الطاقة بواسطة هذا النظام، فيكفى أن يعدو اللاعب ١٠٠ متر بأقصى سرعة لينتهى مخزون ATP - PC غير أن القيمة الحقيقية لهذا النظام تكمن في سرعة إنتاج الطاقة أكثر من وفرتها.

ب - نظام حامض اللاكتيك، Lactic Acid System

يعتمد هذا النظام أيضا على إعادة بناء ATP لاهوائيا بواسطة عملية الجلوكزة اللاهوائية Anaerobic Glycolysis، ويختلف هنا مصدر الطاقة حيث يكون مصدرا غذائيا يأتى من التمثيل الغذائى للكربوهيدرات التى تتحول إلى صورة بسيطة فى شكل سكر جلوكوز يمكن استخدامه مباشرة لإنتاج الطاقة، كما يمكن أن يخزن فى الكبد أو العضلات على هيئة جليكوجين لاستخدامه فيما بعد.

وعند استخدام الجليكوجين أو الجلوكوز لإنتاج الطاقة فى غياب الأكسجين، فإن ذلك يؤدى إلى تراكم حامض اللاكتيك فى العضلة والدم، وهذا بدوره يساعد على ظهور التعب العضلى عند زيادته. ويتم استعادة بناء ATP من خلال الانشطار الكيميائى للجليكوجين ليمر بعدة تفاعلات كيميائية حتى يتحول إلى حامض اللاكتيك، وخلال ذلك تتحرر الطاقة اللازمة لإعادة بنائه.

ومن عيوب نظام حامض اللاكتيك قلة كمية ATP التى يمكن استعادتها من انشطار السكر مقارنة بحالة إتمام التفاعلات الكيميائية فى وجود الأكسجين، حيث إن كمية من الجليكوجين مقدارها ١٨٠ جراما تؤدي إلى استعادة بناء ٣ مول ATP فقط فى حالة غياب الأكسجين (لاهوائى) بينما تؤدي نفس هذه الكمية إلى استعادة بناء ٣٩ مول ATP فى حالة وجود الأكسجين (هوائى) ويتميز استخدام نظام حامض اللاكتيك فى إنتاج الطاقة بسرعة إمداد العضلة بالمصدر المباشر للطاقة ATP .

ثانياً: النظام الهوائى للطاقة (نظام الأكسجين): Aerobic (Oxygen) System

يتميز هذا النظام عن النظامين السابقين لإنتاج الطاقة بوجود الأكسجين كعامل فعال خلال التفاعلات الكيميائية لإعادة بناء ATP وكما ذكرنا فإنه فى وجود الأكسجين يمكن استعادة بناء ٣٩ مول ATP بواسطة التفسير الكامل لجزء من الجليكوجين ويتكسر إلى ثانى أكسيد الكربون وماء، وتعتبر هذه أكبر كمية لإعادة بناء ATP ومثل هذا يتطلب مئات التفاعلات الكيميائية ومئات من النظم الأنزيمية التى تزيد فى تعقيدتها بدرجة كبيرة عن إنتاج الطاقة اللاهوائى فى النظامين السابقين، ويتم نظام الأكسجين فى داخل الخلية العضلية، ولكن فى حيز محدد هو الميتوكوندريا Mitochondria .

وتختلف الجلوكزة الهوائية عن الجلوكزة اللاهوائية فى أنها لا تتم إلا فى وجود الأكسجين مما يعمل على عدم تراكم حامض اللاكتيك وفى نفس الوقت فإنه يعاد بناء جزيئات ثلاثى فوسفات الأدينوسين .

وخلال الجلوكزة الهوائية ينشط جزء الجليكوجين إلى جزيئين من حامض البيروفيك، وبذلك تتوافر كمية كافية من الطاقة لإعادة بناء ٣ مول من ATP ويتم بعد ذلك استمرار حامض البيروفيك خلال سلسلة تفاعلات كيميائية تسمى «دائرة كريس» نسبة إلى العالم «السير هانس كريس» Sir Hans Krebs والذى نال جائزة نوبل بفضل هذا الاكتشاف عام ١٩٥٣، وتعرف أيضاً باسم دائرة حامض تراى كابوكسيليك، وكذلك باسم دائرة حامض ستريك Citric Acid وهناك تغيران أساسيان يحدثان خلال هذه الدورة:

١- إنتاج ثانى أكسيد الكربون .

٢- الأكسدة بمعنى عزل الإلكترونات .

وينتقل ثانى أكسيد الكربون إلى الدم الذى يحمله إلى الرئتين ليتخلص الجسم منه، بينما تتم عملية الاكسدة بعزل الإلكترونات فى شكل ذرات الهيدروجين (H) عن ذرات الكربون التى يتكون منها حامض البيروفيك وكذلك الجليكوجين.

ويستمر التحويل النهائى للجليكوجين حتى يأخذ الشكل النهائى له فى صورة ماء بواسطة أيونات الهيدروجين والإلكترونات التى عزلت بواسطة دائرة كربس وأكسجين هواء التنفس وتسمى سلسلة التفاعلات الكيميائية التى تشكل الماء نظام النقل الإلكتروني أو السلسلة التنفسية.

وخلال العرض السابق تم مناقشة النظام الهوائى لإنتاج الطاقة بواسطة تكسير الجليكوجين فقط، إلا أنه يوجد نوعان آخران من المواد الغذائية (الدهون- البروتينات) يمكن أن تنشطوا بالنظام الهوائى لتتحولا إلى ثانى أكسيد الكربون والماء مع إنتاج الطاقة اللازمة لإعادة بناء ATP غير أن البروتين عادة لا يستخدم كمصدر للطاقة إلا فى ظروف ضيقة للغاية؛ لذا فإن التركيز فقط سيكون على المواد الدهنية التى يتم تحويلها إلى أحماض دهنية تدخل ضمن دائرة كربس ونظام التحول الإلكتروني لإنتاج الطاقة، غير أن أكسدة الدهون تتطلب كمية أكسجين كبيرة حيث تبلغ كمية الأكسجين اللازمة لإعادة بناء مول ATP حوالى ٣,٥ لتر إذا كان مصدر الطاقة هو الجليكوجين، بينما تبلغ كمية الأكسجين ٤ لترات فى حالة ما إذا كان مصدر الطاقة هو الدهون، ويلاحظ أننا نستهلك أثناء الراحة ما بين ٢٠٠ إلى ٣٠٠ مليلتر أكسجين فى الدقيقة، وبذلك فإننا نعيد بناء جزئى ATP الذى يحتاج إلى ٣,٥ أو ٤ لتر خلال ١٢-٣٠ دقيقة، ولكن سرعة إعادة مول ATP تزيد مع زيادة سرعة استهلاك الأكسجين والتى تحدث أثناء النشاط الرياضى، حيث يمكن إعادة بناء جزئى ATP كل دقيقة لدى معظم الأشخاص، بينما يمكن زيادة هذه الكمية إلى ١,٥ مول ATP كل دقيقة لدى اللاعبين المدربين على أنشطة التحمل، ولا يؤدى استخدام النظام الهوائى إلى حدوث التعب نتيجة لوجود مخلفات مثل حامض اللاكتيك، وبالطبع فإن هذا النظام يصلح عند الحاجة إلى إنتاج ATP لفترة طويلة مثل أنشطة التحمل، وعلى سبيل المثال فإن اللاعب يحتاج إلى ١٥٠ مول ATP خلال ٢,٥ ساعة ليتمكن من إنتاج الطاقة اللازمة لجرى سباق الماراثون (٤٢,٢ كيلومتر).

ومما سبق يمكن تلخيص خصائص نظم الطاقة الثلاثة فى الجدول التالى:

خصائص نظم إنتاج الطاقة

الخصائص	النظام الفوسفاتي	نظام حامض اللاكتيك	نظام الأكسجين
استخدام الأكسجين	لا يستخدم الأكسجين	لا يستخدم الأكسجين	هوائي يستخدم الأكسجين
سرعة إنتاج الطاقة	الأسرع	سريع	بطيء
مصادر الطاقة	كرباتين الفوسفات	الجليكوجين	الجليكوجين والدهون
إنتاج ATP	محدود جدا (ضئيل)	محدود	غير محدود (كبير)
عدد مولات ATP في الدقيقة	٣,٦ في الدقيقة	١,٦	١,٠
النعم نتيجة للمخلفات	لا يوجد	يوجد بسبب اللاكتيك	لا يوجد
الفترة الزمنية	أقل من ٣٠ ثانية	من ١ - ٣ دقائق	أكثر من ٣ دقائق
نماذج الأنشطة والألعاب الرياضية	ألعاب القوة والسرعة	ألعاب تحمل السرعة وتحمل القوة	أنشطة وألعاب التحمل

تقسيم الأنشطة الرياضية وفقا لاحتياجات الطاقة:

في جميع الأنشطة الرياضية تقريبا يستخدم كلا نظامي إنتاج الطاقة (اللاهوائي والهوائي)، إلا أنه وفقا للشكل الغالب على طبيعة الأداء وما يقابله من نظام الطاقة الاساسى المستخدم، يمكن تقسيم الأنشطة الرياضية إلى ما يأتى:

١- الأنشطة اللاهوائية. ٢- الأنشطة الهوائية.

٣- الأنشطة التى تجمع بين النوعين السابقين.

أولا: الأنشطة اللاهوائية: Anaerobic Activities

وتتضمن الرياضات ذات فترة الدوام القصيرة والشدة العالية كسباقات العدو ١٠٠م والسباحة القصيرة وألعاب الوثب والرمى وغيرها من الرياضات التى لا تزيد فترة أدائها عن ٣٠ ثانية، وخلال هذه الأنشطة يكون مصدر الطاقة الاساسى هو ثلاثى فوسفات الأدينوسين - الفوسفوكرياتين ATP - PC.

ثانياً، الأنشطة الهوائية: Aerobic Activities

وتشمل الأنشطة ذات فترة الدوام الطويلة والشدة المنخفضة أو الأقل عن المتوسطة، حيث تطول فترة الأداء لأكثر من ثلاث دقائق وفيها يكون الاعتماد على الأكسجين بشكل أساسى لإنتاج الطاقة، كما يمكن أن يساهم نظام حامض اللاكتيك والنظام الفوسفاتى أيضا فى بداية أداء هذه الأنشطة، إلا أن الشكل الغالب كما اتفقنا هو أساس عملية التقسيم. ومن أمثلة تلك الأنشطة جري الماراثون والمسافات الطويلة فى السباحة وألعاب القوى واختراق الضاحية وكرة القدم.

ثالثاً، الأنشطة الرياضية التى تجمع بين النوعين السابقين:

ويتمثل الشكل الغالب على أداء تلك الأنشطة فى الجهد البدنى ذى فترة الدوام المتوسطة كشكل أساسى، كما يمكن أن يساهم نظامى إنتاج الطاقة الأخرى (الفوسفاتى - الأكسجين) فى أجزاء من هذه الأنشطة، وتتضمن هذه النوعية معظم الأنشطة الرياضية كالعاب كرة السلة وكرة اليد والسلاح وعدو ٢٠٠، ٤٠٠، ٨٠٠ متر والجيمباز وجولات الملاكمة.

ويمكن تقسيم الأنشطة الرياضية وفق زمن الأداء اللازم لكل منها، ونوع الحاجة إلى نظم الطاقة، ويوضح جدول (١١) نموذجاً لذلك.

جدول (١١)

استخدامات نظم الطاقة وفق زمن أداء الأنشطة البدنية

مجموعات الأنشطة	زمن الأداء	نظام الطاقة	نماذج الأنشطة الرياضية
المجموعة الأولى	أقل من ٣٠ ثانية	النظام الفوسفاتى	دفع الجلبة - ١٠٠ متر عدو - ضربات الكرة والتنس - الجرى بالكرة - الوثب بأنواعه.
المجموعة الثانية	من ٣٠ ثانية إلى ١,٥ دقيقة	النظام الفوسفاتى + نظام حامض اللاكتيك	٢٠٠ متر و ٤٠٠ متر عدو - ١٠٠ متر سباحة.
المجموعة الثالثة	أكثر من ١,٥ - ٣ دقائق	حامض اللاكتيك والأكسجين	٨٠٠ متر جري - الجيمباز - الملاكمة والمصارعة.
المجموعة الرابعة	أكثر من ٣ دقائق	الأكسجين	كرة القدم - اختراق الضاحية - الماراثون - الدراجات.

وفى إطار الألعاب الرياضية الجماعية كالعاب الكرة، يوجد اختلافات وفروق فردية متباينة بين احتياجات اللاعبين لنظم الطاقة حسب مراكزهم فى اللعب والأدوار التى توكل إليهم وبالتالي طبيعة المجهود الذى يقومون به، ففى رياضة كرة القدم مثلا يختلف الاحتياج لنظم الطاقة لدى المهاجمين والمدافعين Forwards and defense عنه لدى حراس المرمى Goalies فى نفس اللعبة، وينطبق القول على رياضة هوكى الجليد Ice Hockey وغيرها من الألعاب الجماعية الأخرى، وفى الألعاب الفردية كالسباحة والعاب القوى (الميدان والمضمار) يظهر بشكل جلى مدى الفردية والتخصص فى الاحتياج إلى نظم الطاقة لدى اللاعبين، ففى حين يحتاج أداء لاعبى عدو ١٠٠، ٢٠٠ متر إلى نظام الطاقة الفوسفاتى ATP-PC بنسبة ٩٨٪ يحتاج أداء سباق اختراق الضاحية لمسافة ستة أميال ٦ miles Cross - Country إلى نسبة من هذا النظام للطاقة لا تتجاوز مقدار ٥ ٪ فقط، كما يحتاج أداء سباق الماراثون Marathon إلى استخدام نظام الطاقة الأكسجينية (النظام الهوائى) بنسبة مقدارها ٩٥٪، ويوضح جدول (١٢) الاحتياجات لنظم الطاقة فى العاب رياضية مختلفة.

ولكى يكون المدرب على دراية جيدة بنسب مساهمات نظم الطاقة فى رياضته التخصصية لبناء برنامج التدريب الفردى والجماعى للاعبيه، عليه القيام بعمل دراسة لحجم النشاط والحركة للاعبين فى مراكزهم المختلفة، وذلك فيما يعرف بتحليل الوقت والحركة TMA، ونسوق فيما يلى توضيحاً لهذه الطريقة:

- دراسة تحليل الوقت والحركة: Time Motion Analysis (TMA) لأنظمة

الطاقة السائدة:

يكون من المهم جداً بالنسبة للمدرب الوقوف على طبيعة اللعبة التى يقوم فيها بمهمة التدريب، ومتطلبات هذه اللعبة من حيث نظم الطاقة السائدة وعناصر الإعداد البدنى المطلوبة للأداء المتميز بها، وتعتبر دراسات الوقت والحركة من الجوانب العلمية الضرورية للنجاح فى هذا الموضوع.

نظم الطاقة السائدة فى ألعاب رياضية مختلفة

The Predominant Energy Systems of Different Sports

النسبة المئوية وفقا لأنظمة الطاقة			الرياضات أو النشاط الرياضى Sport Or Sport Activity
هوائى (أكسجين) Oxygen	لا هوائى (حمض اللاكتيك) Lactic Acid	السرعة ATP-CP	
-	٢٠	٨٠	١ Baseball البيسبول
-	١٥	٨٥	٢ كرة السلة Basketball
-	١٠	٩٠	٣ المبارزة Fencing
٢٠	٢٠	٦٠	٤ هوكى الميدان Field Hockey
-	١٠	٩٠	٥ كرة القدم Foot ball
-	٥	٩٥	٦ جولف Golf
-	١٠	٩٠	٧ جمباز Gymnastics
-	-	-	٨ هوكى الجليد Ice Hockey
-	-	-	المهاجمون، المدافعون، Forwards
-	٢٠	٨٠	Defence
-	٥	٩٥	- حارس المرمى Goalie
٥٠	٣٠	٢٠	٩ التجديف Rowing
-	٢٠	٨٠	١٠ التزلج Skiing
٩٥	٥	-	الفقرز - المنحدر downhill Jumping-downhill
٣٣	٣٣	٣٤	اختراق الضاحية Croos-Country
-	-	-	التزلج الترفيهى Pleasure Skiing
-	-	-	١١ السباحة والغطس Swimming and diving
-	٢	٩٨	- الغطس، سباحة ٥٠ ياردة*
٥	١٥	٨٠	- سباحة ١٠٠ ياردة.
٥	٦٥	٣٠	- سباحة ٢٠٠ ياردة.
٤٠	٤٠	٢٠	- سباحة ٤٠٠ - ٥٠٠ ياردة
٧٠	٢٠	١٠	- سباحة ١٥٠٠ - ١٦٥٠ ياردة
١٠	٢٠	٧٠	١٢ التنس Tennis
-	-	-	١٣ ألعاب الميدان والمضمار Track and Field
-	٢	٩٨	- ١٠٠ - ٢٢٠ ياردة.
-	١٠	٩٠	- مسابقات الميدان Field events
٥	١٥	٨٠	٤٤٠ ياردة (٤٠٠ متر)
٥	٦٥	٣٠	٨٨٠ ياردة (٨٠٠ متر)
٢٥	٥٥	٢٠	١ ميل
٤٠	٤٠	٢٠	٢ ميل
٧٠	٢٠	١٠	٣ ميل
٨٠	١٥	٥	اختراق ضاحية ٦ أميال
٩٥	٥	-	ماراثون Marathon
-	١٠	٩٠	الكرة الطائرة Volleyball
-	١٠	٩٠	مصارعة Wrestling

* الiardة (YD) = ٠,٩١ متر = ٩١,٤ سنتيمتر

* نقلا عن شيفر (Shaver, 1981)

مساهمة الإنتاج اللاهوائي والهوائي لمركب ATP في رياضات متنوعة

146

ولكى يتعرف المدرب على احتياجات الطاقة الخاصة باللاعب وفقا للمهارات الحركية التى يتطلبها اللعب أو النشاط، عليه تحليل ووصف نشاط اللاعب من حيث:

- ١ - مساحة الملعب ككل.
 - ٢ - المساحة الفعلية التى يتحرك فيها اللاعب.
 - ٣ - الوقت الذى يستمر فيه اللاعب فى أداء الحركة أو النشاط، مثل: الاستحواذ على الكرة والتحرك بها للأمام أو لعمل محاورة للمنافس.
 - ٤ - نوعية الحركات التى يقوم بها اللاعب: عدو سريع - وثب - قفز - تحركات بطيئة.
 - ٥ - المسافات التى يقطعها اللاعب طوال زمن المباراة أو الأداء.
 - ٦ - الأنشطة الحركية السريعة والمتوسطة والبطيئة - فترات التوقف.
 - ٧ - عدد تكرارات أداء اللاعب لأنشطة وحركات معينة على مدى زمن اللعب.
- وتستخدم فى دراسات تحليل الوقت والحركة TMA بعض الأجهزة والأدوات مثل: أجهزة الحاسب الآلى (الكمبيوتر) - أوراق الرسم البيانى لتقسيم الملعب إلى مربعات أو أجزاء معينة - كاميرات تصوير الفيديو وأجهزة عرض الشرائط الخاصة بها - ساعات التوقيت Stop Watches.

خطوات دراسة وتحليل الوقت والحركة:

- عند القيام بعمل دراسة لتحليل الوقت والحركة ينبغى اتباع الخطوات التالية:
- ١ - تحديد أنسب طرق الملاحظة والتحليل بما يتفق مع الإمكانيات المتاحة والمهارة الشخصية للمدرب.
 - ٢ - اختيار الأدوات والأجهزة المطلوب: يراعى أن استخدام أجهزة الفيديو وأنظمة التشغيل بالحركة البطيئة Slow Motion يسهل عملية قياس ورسم الحركة على الأوراق البيانية، ولكن ينبغى فى نفس الوقت ملاحظة أنه سوف يكون من الصعب تحليل الرياضات التى لا يمكن فيها رؤية جميع اللاعبين وأجزاء الملعب ككل، يمكن الاعتماد على الملاحظة المباشرة مع الاستعانة بالتسجيل على أجهزة الكمبيوتر.

٣ - يتم تسجيل فترات النشاط والحركة وفترات التوقف ونوع الحركات التى يقوم بها اللاعب والمسافة المقطوعة خلال الأداء، ويمكن كذلك حساب الوقت وأزمنة الأداء المتواصل والمتقطع.

٤ - يراعى حساب عدد مرات تكرار الحركات وترددها ويتم تسجيل ذلك فى جدول التكرارات Schedule of Repetitions كما يتم تحديد العلاقة بين تكرارات النشاط والمسافات المقطوعة أو المغطاة Distance Covered خلال الأداء وكذلك حساب وقت النشاط Time of Activity ونوع الحركات المؤداة Type of Movements فى الألعاب الجماعية ككرة القدم مثلا تحسب حركات اللاعب السريعة للمشاركة فى الهجوم والتحرركات متوسطة السرعة لنقل الكرة عبر الملعب والحركات المرصودة للدفاع عن هجوم مضاد والحركات التلقائية لمتابعة سير اللعب، عدد القفزات ضرب الكرات العالية بالرأس - عدد الانطلاقات بأقصى سرعة لمحاولة تسجيل هدف فى مرمى الخصم...

٥ - يمكن تدعيم دراسات تحليل الوقت والحركة ببعض إجراءات القياس الفسيولوجى والبدنى السابق واللاحق Pre and Post Test للنشاط والحركة مثل قياس معدلات القلب ونسب تركيز لاكتات الدم للاسترشاد بها فى وصف المجهود، وتستخدم فى ذلك بعض الأجهزة المساعدة مثل ساعات قياس النبض Pulse Watches والقياس بواسطة جهاز الراديو تليمترى Ra-diotelemetry وغيرها..

٦ - يتم حساب نسبة الأداء إلى نسبة التوقف من خلال الزمن؛ ويتم رسم جدول تحليل النشاط والحركة كما هو موضح بالجدول (١٣).

٧ - بناء على حساب أزمنة الأداء يمكن تحديد طبيعة أنظمة الطاقة المستخدمة فى اللعبة ككل أو فى النشاط المحدد الذى يقوم به اللاعب.

نموذج تحليل النشاط والحركة

اسم اللاعب : عمر اللاعب :
 اللعبة : المباراة :
 التاريخ : المستوى :

الوقت في بداية التمرين	الوقت عند التوقف		مدة التمرين	مدة التوقف	نسبة التمرين إلى التوقف	كثافة التمرين	
						منخفضة	مرتفعة

استعادة استشفاء مصادر الطاقة:

يقصد باستعادة الاستشفاء Recovery استعادة تجديد مؤشرات الحالة الفسيولوجية والبدنية والنفسية للفرد بعد تعرضها لضغوط أو مؤثرات شديدة (الجهد البدني مثلاً) ويختلف هذا المصطلح عن مصطلح استعادة التأهيل Rehabilitation في أن الأخير يعنى الاستشفاء بعد الإصابة أو المرض أو حمل التدريب الزائد Overload Training وسرعة استعادة الاستشفاء بالنسبة للاعب في مجال التدريب الرياضى عملية لا تقل أهمية عن برامج تطوير لياقته واعداده البدني، بل هى جزء لا يتجزأ من هذه البرامج، وعدم تمكن جسم اللاعب من استعادة مصادر الطاقة خلال أجزاء أو جرعات التدريب سوف يؤدي - لا محالة - إلى هبوط مستوى أدائه وتدنى مستواه، ويعتبر إلام المدرب

ودرايته بالفترات الزمنية اللازمة لاستعادة الجسم مصادر الطاقة المستهلكة نتيجة التدريب أو الجهد البدني عملية في غاية الأهمية، حيث يمكن للمدرب في ضوء ذلك أن يقوم بالتخطيط الجيد لبرنامج التدريب.

جدول (١٤)

الفترات الزمنية لاستشفاء مصادر الطاقة اللاهوائية والهوائية

فترات إعادة الاستشفاء		عمليات الاستشفاء
الحد الأدنى	الحد الأقصى	
		إعادة الاستشفاء
٥ دقائق	٢ دقيقة	مخزون الفوسفات (ATP - PC) الدين الأكسجين
٦ دقائق	٣ دقيقة	بدون اللاكتيك (المكونات السريعة)
٤٦ ساعة	١٠ ساعات بعد النشاط المستمر	تعويض جليكوجين
٢٤ ساعة	٥ ساعات بعد النشاط المنقطع	
١٢ - ٢٤ ساعة	غير معروف	تعويض جليكوجين الكبد
١ ساعة	٣٠ دقيقة في حالة تمارينات التهدئة	التخلص من حامض اللاكتيك في الدم والعضلة
٢ ساعة	١ ساعة في حالة الراحة	
١ ساعة	٣٠ دقيقة	الدين الأكسجيني اللاكتيكي المكونات البطيئة
١ ساعة	١٠ - ١٥ ثانية	تعويض مخزون الأكسجين

عن فوكس وآخرين: (Fox et al, 1993)

تأثير التدريب الرياضي على إنتاجية الطاقة:

يؤثر التدريب الرياضي المنتظم على إنتاجية الطاقة بالجسم حيث يؤدي إلى إحداث التغيرات التالية:

- ١- زيادة مخزون فوسفات الكرياتين بالعضلة مما يعمل على سرعة بناء ATP بشكل أكثر استمرارية ويقلل من حدوث التعب.

٢- يؤدي التدريب المنتظم إلى زيادة كمية مخزون الجليكوجين في العضلات والكبد في الوقت الذي تقل فيه كمية الجليكوجين التي تتحول إلى حامض لاكتيك نتيجة المجهود البدني، وهذا يساعد في تأخير ظهور التعب لدى الرياضيين.

٣- زيادة كفاءة الميتوكوندريا (مخازن الطاقة) في إعادة بناء ATP هوائيا عن طريق استهلاك الكربوهيدرات والدهون، ومن ثم يستطيع الرياضي أن يتمكن من إنتاج معدل ١,٥ جزيء ATP في الدقيقة الواحدة عند أداء الجهد البدني في حين لا يتمكن الفرد غير الرياضي من إنتاج جزيء واحد قبل ١٢ - ٢٠ دقيقة.

٤- زيادة نشاط الأنزيمات المساعدة على إنتاج الطاقة.

٥- تحسين اقتصادية استهلاك الطاقة وخاصة أثناء أداء المجهود البدني.

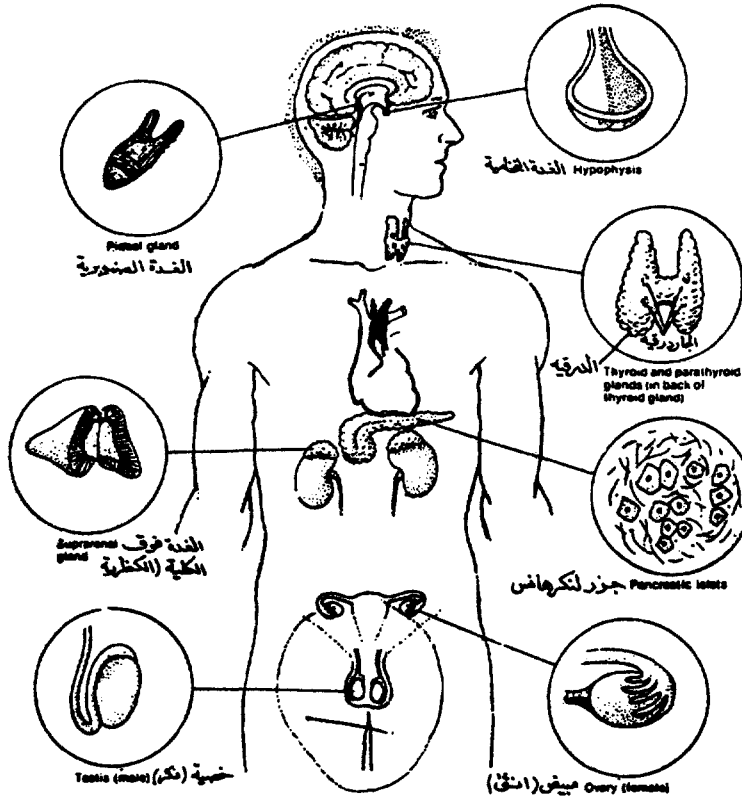
الفصل السابع

الجهد البدني

وفسيولوجيا الغدد الصماء

The Physical Effort

and Physiological of Endocrine Glands



تلعب الغدد الصماء Endocrine Glands دورا بالغ الأهمية فى تنسيق وتكامل
العمليات والوظائف المختلفة لأعضاء الجسم وأجهزته المتعددة، وعلى عاتق الغدد
الصماء - كما هو على عاتق الجهاز العصبى - تتم عمليات التوافق والتنسيق لأجهزة
الجسم فى حالتى السكون والحركة، وفى حين يتميز التنسيق العصبى بالسرعة والدقة
اعتمادا على انتقال الإشارات العصبية وتأثيراتها، فإن التنسيق الخاص بتأثيرات الغدد
الصماء يكون أبطأ؛ نظرا لاعتماده على الإفرازات الكيميائية التى تنتقل بواسطة الدم إلى
الأجهزة والأعضاء المسؤولة عن الحركة، إلا أن تأثير الغدد الصماء يكون أكثر عمقا كما
أنه يمتد لفترة زمنية أطول.

وتتميز الغدد الصماء بانتشارها الواسع المتعدد الوظائف فى جسم الإنسان، وهى
عبارة عن غدد لا قنوية أى ليست لها قناة تنقل عبرها الإفرازات الكيميائية، بل إنها
تصب إفرازاتها مباشرة فى الدم الذى ينقله إلى جميع أجزاء الجسم.

أنواع الغدد الصماء ووظائفها بجسم الإنسان:

تتوزع الغدد الصماء بجسم الإنسان كما هو موضح بالشكل (٣١) وتشمل هذه
الغدد ما يلى:

١- الغدة النخامية Pituitary Gland:

وتقع عند قاعدة المخ ولذا تسمى أيضا غدة أسفل المخ Hypophysis وهى أهم
أنواع الغدد الصماء على الإطلاق حيث تسيطر على وظائف غالبية الغدد الصماء
الأخرى، كما أنها تقوم بالعديد من الوظائف الحيوية بالجسم، وتتكون الغدة النخامية
من ثلاثة فصوص: فص أمامى، وفص خلفى، وفص أوسط.

٢- الغدة الدرقية Thyroid Gland:

توجد على السطح الأمامى للقنطرة الهوائية أسفل الحنجرة مباشرة وتتكون من
فصين: أيمن وأيسر يتصلان ببعضهما البعض بواسطة قناة، وأهم الهرمونات التى
تفرزها الغدة الدرقية هرمون الثيروكسين Thyroxine.

٣- الغدد جارات الدرقية Parathyroid Gland:

وهى عبارة عن أربع غدد صغيرة الحجم توجد كل اثنتين منهما على جانب الغدة الدرقية، وتفرز الغدد جارات الدرقية هرمونا يسمى باراثرمون Parathormone يلعب دورا مهما فى تركيز أيونات الكالسيوم والفوسفات فى الدم.

٤- الغدة الكظرية (فوق الكلية) Gland The suprarenal (Adrenal):

وهى عبارة عن غدتين تقطن كل منهما فوق إحدى الكليتين، وتتكون كل غدة من جزء داخلى يسمى القشرة Cortex وجزء داخلى يسمى النخاع Medulla، ولكل من القشرة والنخاع هرمونات وتأثيرات خاصة سوف يرد شرحها لاحقا فى هذا الفصل.

٥- البنكرياس The Pancreas:

على الرغم من أن البنكرياس يعتبر غدة قنوية تفرز عصاراتها الهضمية فى قناة الهضم، إلا أنه يفرز هرمونين يصبهما مباشرة فى الدم من خلال خلايا بنكرياسية تعرف بجزر لانجرهانز Isles of langerhans؛ ولذا يعتبر البنكرياس غدة مزدوجة قنوية ولا قنوية.

٦- الغدد التناسلية:

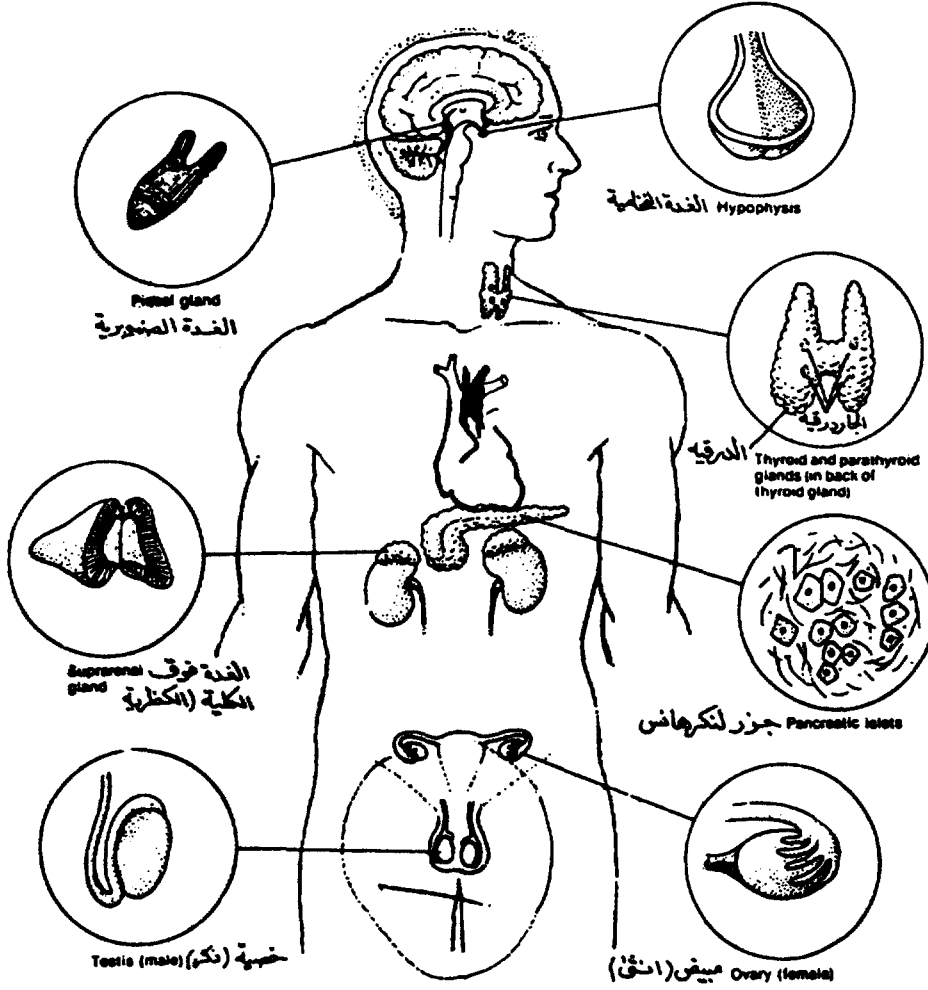
وأهمها: الخصية Testis والمبيض Ovary.

٧- الهيبوثلامس Hypothalamus:

ويعرف باسم تحت المهاد أو تحت سرير المخ وهو عبارة عن نسيج عصبى، إلا أنه يعمل كغدة صماء لها نشاطات متعددة.

٨- الغدة التيموسية Thymus Gland:

وهى غدة توجد خلف عظم القص Sternum وتمتد فى منطقة العنق لمسافة قصيرة كما تمتد إلى قرب قاعدة القلب من ناحيتها السفلية، وهذه الغدة تبدو كبيرة الحجم لدى الأطفال وتضمحل تدريجيا عند البلوغ ولا يتبقى منها سوى جسم صغير بعد ذلك، وأهم وظائفها تكوين الخلايا اللمفية كما أنها تفرز هرمونا يساعد فى عمليات النمو.



شكل (٣١)

توزيع الغدد الصماء بجسم الإنسان

وعلى الرغم من انتشار الغدد الصماء بالجسم إلا أنها من الناحية التشريحية لا تمثل جهازاً بالمعنى المفهوم، ولكن تتجمع وظائف تلك الغدد وتتعاون فيما بينها بحيث يتأثر نشاط كل منها بالآخر، ولذا يطلق عليها اسم جهاز الغدد الصماء Endocrine system.

وظائف الغدد الصماء: The Functions of Endocrine Glands

الوظيفة الرئيسية للغدد الصماء هي إفراز الهرمونات Hormones وهذه الهرمونات لا تقوم بتسهيل أى تفاعل أو نشاط، ولكنها فقط تقوم بتنظيم التفاعلات الخلوية بإسراعها أو إبطائها، فالهرمونات إما أن يكون تأثيرها حافزا Stimulatory أو مثبطا Inhibitory وإذا توافر إفراز الهرمون بالقدر المناسب فإن ذلك يساعد على القيام بالوظائف الخاصة به على خير وجه، وينعكس ذلك على صحة ولياقة وحيوية الشخص، بينما إذا أفرزت الهرمونات بكميات أقل أو أكثر من اللازم ظهرت على الشخص بعض الأعراض المرضية.

الهرمونات: Hormones

«هى مركبات كيميائية تفرزها الغدد الصماء وتنتقل مباشرة إلى الدم، وتتميز بقدرتها العالية للتحكم فى وظائف الجسم».

الحقائق المهمة المرتبطة بدراسة الهرمونات وتأثيرات الجهد البدنى عليها:

هناك عدد من الحقائق التى ينبغى الوقوف عليها عند دراسة موضوع الهرمونات وتأثير الجهد البدنى على معدلات إفرازاتها، ويمكن تلخيص أهم هذه الحقائق فيما يلى:

١- تنتج الهرمونات بكميات قليلة فى الجسم ويعتبر وجودها أساسيا لوظائفه، إلا أن ذلك يجب أن يكون فى حدود المستويات الخاصة بإفراز كل هرمون، حيث إن زيادة إفراز الهرمون أو نقصه، يؤدى - كما ذكرنا - إلى ظهور أعراض مرضية.

٢- لا تظهر تأثيرات الهرمون عادة فى نفس المنطقة التى أفرز فيها، ولكن تأثيره يظهر فى مناطق أخرى بالجسم.

٣- قد يبقى تركيز الهرمون فى الدم لفترات زمنية طويلة تصل إلى عدة ساعات أو أيام عقب الانتهاء من فعل المؤثر (الجهد البدنى مثلا) وقد يختفى تركيز بعض الهرمونات خلال لحظات قصيرة من انتهاء الجهد، ويطلق على الوقت الذى ينقضى قبل إزالة نصف كمية الهرمون من الجسم مصطلح «نصف عمر الهرمون». وعلى سبيل المثال يبلغ نصف عمر هرمون الجلوكاجون Gluca-gon hormone الذى تفرزه غدة جزر «لانجرهانس» بالبنكرياس ٥-١٠

دقائق، بينما يبلغ نصف عمر هرمون الثيروكسين Thyroxine الذى تفرزه الغدة الدرقية ٦-٧ أيام.

- ٤- لا يستفيد الجسم من الهرمونات فى تحرير الطاقة.
- ٥- يظهر إفراز الهرمونات بشكل واضح تحت تأثير الأنشطة البدنية مرتفعة الشدة ويزداد إفراز الهرمونات تدريجيا بزيادة العمل العضلى، كما أن ظهور الهرمون يرتبط أيضا بفترة دوام الجهد أو التمرين.
- ٦- تظهر الاستجابة الهرمونية الناتجة عن شدة المجهود أسرع مما تظهر الاستجابة الهرمونية الناتجة عن زيادة زمن أو فترة دوام الجهد.
- ٧- يطلق على الهرمونات التى تساعد على استثارة وظائف الجسم لأداء الجهد البدنى مصطلح «هرمونات الضغط» Stress hormones ومن بينها هرمون الكورتيزول Cortisol وهرمون الجلوكاجون Glucagon كما يطلق عليها أيضا اسم الهرمونات المعاكسة أو المضادة Counter hormones نظرا لتأثيرها المعاكس للأنسولين الذى تعد وظيفته الأساسية تخفيض نسبة سكر الجلوكوز بالدم بواسطة تخزينه فى الكبد والعضلات على شكل جليكوجين، بينما تقوم هرمونات الضغط بعكس ذلك أى زيادة سكر الجلوكوز بالدم.
- ٨- يتميز إفراز الهرمونات بالاستمرارية للحفاظ على مستو معين لها بخلاف ما تتميز به الأنزيمات Enzymes من كونها تفرز حسب الحاجة فقط.
- ٩- فى مجال دراسات تأثير الجهد البدنى على إفراز الهرمونات، تستخدم عادة طرقا لقياس تركيز الهرمون فى الدم أو البول.
- ١٠- تتأثر مستويات تركيز الهرمون بعدة عوامل من أهمها:
 - أ- معدل إنتاج الهرمون فى الغدد الصماء.
 - ب- معدل استخدام الأنسجة للهرمون المنتج بالجسم.
 - ج- معدل تكسير الهرمون بواسطة الأنزيمات فى الكبد والكلية والأنسجة الأخرى بالجسم.
 - د- الفترة الزمنية التى تنقضى عقب أداء العمل أو الجهد البدنى والتى يظل فيها تأثير الهرمون وبقاؤه فى الأنسجة والدم.

استجابات الهرمونات للجهد البدنى:

يزداد نشاط الغدد الصماء لدى تفرز الهرمونات المتعددة عن أداء الجهد البدنى، كما يحدث ذلك أيضا قبيل بدء الشخص فى المرن أو التدريب أو الاشتراك فى المنافسة، ويستمر نشاط الغدد الصماء فى إفرازاتها من الهرمونات أثناء أداء المجهودات البدنية وخاصة تلك التى تتميز بشدتها العالية وتتطلب الاستمرار لفترة زمنية طويلة، وكلما كانت المنافسة ذات أهمية كبيرة لدى اللاعب كان ذلك محفزاً أكبر لإفراز الهرمونات.

وهناك مجموعة من الاستجابات التى تعبر عن زيادة نشاط الغدد الصماء تحت تأثير أداء الجهد البدنى.

ومن أهم تلك الاستجابات ما يلى:

* استجابات الهرمون الحافز للغدة الدرقية (الثيروتروبين Thyrotropin) وهرمون الثيروكسين Thyroxine .

* استجابات هرمون الكورتيزول Cortisol .

* استجابات هرمونى: الأدرينالين والنورأدرينالين

Adrenalin and Noradrenalin

* استجابات هرمون الجلوكاجون Glucagon .

* استجابات هرمون الألدوستيرون Aldosterone .

* استجابات هرمون ضد إدرار البول Anti-diuretic .

* استجابات هرمون الأنسولين Insulin .

ونظراً للدور الكبير الذى تلعبه تلك الهرمونات فى التأثير على حجم الجهد المبذول؛ لذا فإننا سوف نتناول كلا منها بنوع من التفصيل .

أولاً: تجدر الإشارة إلى أنه لمجرد تأهب اللاعب لأداء الجهد البدنى أو الاشتراك فى المنافسات الرياضية يزداد إفراز هرمون يطلق عليه الهرمون الحافز للغدة الدرقية Thyroid-Stimulating Hormone ويرمز له بالرمز T.S.H ويعرف هذا الهرمون أيضاً باسم «ثيروتروبين» Thyrotropin ينظم هذا الهرمون كافة نشاطات الغدة الدرقية، ويؤدى إفرازه إلى إطلاق الغدة

لهرمون الثيروكسين Thyroxine الذى يعد من الهرمونات ذات الأهمية البالغة فى الكثير من العمليات الفسيولوجية المرتبطة بأداء الجهد البدنى، إلا أن إفراز الهرمون المحفز لنشاط الغدة T.S.H لا يتزايد أثناء أداء الجهد البدنى، حيث لم تشر نتائج الدراسات العلمية إلى ذلك، ولكن تأثير إفراز الهرمون يظل قرابة الساعة عقب الانتهاء من أداء الجهد البدنى.

ثانياً: نتيجة لأداء الجهد البدنى يزداد إفراز هرمون الثيروكسين Thyroxine الذى تفرزه الغدة الدرقية، ويعرف كذلك باسم رباعى يود الثيرونين - Tetra iodo thyronin ويرمز له بالرمز T4 ويظهر ذلك تحت تأثير أداء الجهد البدنى ذى الشدة العالية، وتؤدي زيادة إفراز الهرمون إلى سرعة عمليات الأيض (التمثيل الغذائي) بشكل عام من جميع خلايا الجسم وخاصة ما يتعلق بعمليات الأكسدة، ويسهل هذا الهرمون استخدام الكربوهيدرات فى الخلايا، كما يساعد على سرعة عمليات التمثيل الغذائي للدهون وما يرتبط بذلك من أهمية كبيرة عند أداء رياضات التحمل، ويساعد هرمون الثيروكسين على زيادة حجم الدفع القلبي ومعدل النبض وضغط الدم الانقباضى، ويعتبر إفراز هذا الهرمون أساسياً لكى تحافظ المراكز العصبية وعضلة القلب على ما تتميز به من خاصية القابلية للاستثارة - Excitability.

ثالثاً: تحت تأثير أداء الجهد البدنى يزداد إفراز هرمون « الكورتيزول » Cortisol الذى تفرزه قشرة الغدة الكظرية Adrenal cortex ويساعد إفراز الكورتيزول على سرعة عمليات التمثيل الغذائي وخاصة ما يتعلق منها بالكربوهيدرات حيث يعمل الهرمون على إسراع عمليات تحويل جليكوجين الكبد إلى جلوكوز فترفع نسبة الجلوكوز فى الدم - Hyperglycemia كما أن لهرمون الكورتيزول تأثيرات مساعدة لعملية تحويل الأحماض الأمينية إلى جلوكوز فى الكبد، وتأثيرات الكورتيزول المساعدة على زيادة سكر الجلوكوز تؤدي إلى ضمان إمداد المخ والأنسجة العصبية بالجلوكوز عند أداء المجهودات البدنية التى تستمر لفترة طويلة مما يخفف تأثيرات الجهد البدنى على التعب المركزى للجهاز العصبى، ويعد هرمون الكورتيزول من أبرز الهرمونات التى تفرزها قشرة الغدة الكظرية فى

مجموعته التي تعرف باسم الكورتيكويدات السكرية Glucocorticoids ويشترك الكورتيزول ومجموعته تلك في تخفيف حالات التوتر والانفعال والإرهاق التي يتعرض لها اللاعبون عند أداء المجهودات البدنية الشاقة، وتزداد نسبة تركيز الهرمون مع زيادة استمرار الجهد مرتفع الشدة، وعقب أداء الجهد البدني يزداد طرح هرمون الكورتيزول الحر Free cortisol وقد تستمر زيادة الطرح تلك لمدة ساعتين بعد نهاية المجهود، ويبلغ نصف عمر هرمون الكورتيزول ٢٤ دقيقة.

رابعاً: يؤثر أداء المجهودات البدنية على زيادة إفراز هرموني: الأدرينالين والنورأدرينالين Adrenalin & noradrenalin أو كما يطلق عليهما هرموني الإبينفرين والنورإبينفرين Epinephrine & nor epinephrine وهما هرمونان متشابهان في تركيبهما الكيميائي يفرزهما نخاع الغدة الكظرية Adrenal medulla ويتميان إلى مجموعة المركبات التي يطلق عليها اسم أمينات الكاتيكول Catecholamines كما يشابه الهرمونان أيضاً في تأثيراتهما التي تعمل على زيادة سرعة نبض القلب وقوة انقباض عضلة القلب ويكون تأثير الأدرينالين أقوى، كما يعمل الهرمونان على اتساع الشعبات التنفسية مما يقلل أعباء الجهد البدني على جهاز التنفس وخاصة ما يتعلق باستيعاب كمية أكبر من الهواء، ويكون تأثير الأدرينالين أكبر كذلك من تأثير النورأدرينالين في إرخاء وتوسيع الشعبات التنفسية.

وتتسع الشريانات التي تغذي العضلات الهيكلية بالدم تحت تأثير هرمون الأدرينالين بينما تنقبض وتضيق الشريانات التي تغذي الكلى والجلد تحت نفس التأثير لهذا الهرمون، ويعمل النورأدرينالين على تقليص الأوعية الدموية وزيادة مقاومتها لجريان الدم فيؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم، وبالنسبة لعمليات التمثيل الغذائي فإن إفراز هرموني الأدرينالين والنور أدرينالين دورا مهما في زيادة سرعة عمليات التمثيل الغذائي بصورة عامة وزيادة عمليات تحويل جليكوجين الكبد والعضلات إلى جلوكوز وكذلك تسهيل عمليات تحلل الدهون المخزنة بالجسم إلى أحماض دهنية وتكسيرها في صورة طاقة يستفيد منها الجسم أثناء أداء المجهودات البدنية التي يمتد الاستمرار في أدائها لفترة زمنية طويلة، وطبقاً لتأثير الهرمونين

تزداد عمليات استهلاك الأكسجين في العضلات كما يتزايد تبعا لذلك إنتاج ثاني أكسيد الكربون فيرتفع ما يعرف بمعامل التنفس Respiratory Quotient الذى يرمز له بالرمز R.Q وتزداد قوة انقباض العضلات الإرادية تحت تأثير هرمونى الأدرينالين والنور أدرينالين، وعقب الانتهاء من أداء المجهودات البدنية يزول تأثير الهرمونين فى غضون ٦ دقائق تقريبا.

خامسا: تؤثر المجهودات البدنية التى يستمر أداؤها لمدة زمنية طويلة على زيادة إفراز هرمون الجلوكاجون Glucagon الذى تنتجه خلايا ألفا Alpha cells بجزر لانجرهانز Islets of langerhans بالبنكرياس ويفرز هرمون الجلوكاجون عقب حوالى ٨٥ دقيقة من بداية المجهود ويتضاعف خلال أداء الجهد إلى مقدار ثلاثة أضعاف، وعند الانتهاء من الجهد البدنى يظل إفراز الهرمون إلى ما يقرب من ٣٠ دقيقة، ويبلغ نصف عمر هذا الهرمون ٥-١٠ دقائق، ولهرمون الجلوكاجون تأثيرات كبيرة على عمليات التمثيل الغذائى للكربوهيدرات وزيادة نسبة جلوكوز الدم، كما يزيد الهرمون أيضا من سرعة تحويل البروتينات إلى جليكوجين فيما يطلق عليه Glyconeogenesis.

سادسا: تستجيب قشرة الغدة الكظرية بطريقة أخرى لتأثيرات الجهد البدنى حيث تفرز هرمون الألدوستيرون Aldosterone الذى يعمل على تنظيم عمليات امتصاص الماء وأملاح الصوديوم والبوتاسيوم بواسطة الكلى مما يعمل على المحافظة على تنظيم توزيع الأيونات بجدار الخلية العضلية، ولهذا دوره فى تنظيم أداء الانقباضات العضلية وتحسين القدرة على دوام تكرارها لفترات طويلة، ويتزايد تركيز الألدوستيرون تدريجيا أثناء أداء الجهد البدنى وتصل نسبة التركيز أقصاها عقب ٦ دقائق من بداية الجهد ذى الشدة العالية، ومن الممكن أن تبقى الزيادة من إنتاج الهرمون عقب الانتهاء من الجهد بفترة ٦-١٢ ساعة.

سابعا: يستجيب «الهيپوثلامس» Hypothalamus (تحت سرير المخ) أو الذى يطلق عليه تحت المهاد، لتأثيرات الجهد البدنى فيفرز هرمونا يخزن فى الفص الخلفى للغدة النخامية Posterior lobe يعرف باسم الهرمون ضد

إدرار البول Anti - diuretic hormone ويرمز له بالرمز A.D.H ويعمل هذا الهرمون على زيادة امتصاص الماء في الكلى وإعادته إلى الدم ويلعب ذلك دورا كبيرا في تنظيم التوازن المائي بالجسم وخاصة مع زيادة عمليات التعرق التي تصاحب التدريبات الشاقة في الجو الحار، ويساعد في عمليات التنظيم المائي تلك هرمون الألدوستيرون Aldosterone الذي تفرزه قشرة الغدة الكظرية.

ثامنا: تشير نتائج بعض الدراسات إلى أن هرمون الأنسولين Insulin hormone الذي تفرزه خلايا بيتا Beta cells بجزر لانجرهانز الموجودة بالبنكرياس يزداد إفرازه قليلا في بدايات أداء المجهود البدني، إلا أن إفرازه يبدأ في الانخفاض عند الاستمرار في أداء الجهد لمدة أطول وهذا يساعد على تحويل عمليات أكسدة الكربوهيدرات إلى أكسدة الدهون في الرياضات التي تتطلب قدرا من عنصر التحمل.

والأنسولين هو الهرمون الوحيد الذي يصل إلى الكبد قبل القلب، وهو في ذلك يختلف عن سائر الهرمونات؛، وذلك لأن الكبد يتأثر فسيولوجيا لدرجة كبيرة بهذا الهرمون الذي يعمل على خفض نسبة السكر بالدم بواسطة طرق ثلاث هي: زيادة تحويل الجلوكوز إلى الجليكوجين في الكبد - زيادة استخدام واستهلاك الجلوكوز في الخلايا وزيادة تخزين الجليكوجين في العضلات.

تأثير نشاط الهرمونات على التركيب الجسمي والأداء الفسيولوجي للرياضيين؛

يؤدي النشاط البدني عامة والتدريب الرياضي بصفة خاصة إلى زيادة نشاط الهرمونات بالجسم، وهذه الميزة تبرز دور الرياضة في تحسين عمليات النمو البدني الفسيولوجي للأطفال والبالغين والشباب من الجنسين، ويمكن توضيح تأثيرات التدريب الرياضي المنتظم على التركيب الجسمي والنشاط الفسيولوجي للرياضيين مقارنة بغير الرياضيين من خلال النقاط التالية:

١- يؤثر أداء التدريبات الرياضية المنتظمة على زيادة إفراز هرمون النمو Growth Hormone (GH) الذي يفرزه الفص الأمامي للغدة النخامية بالمخ ويساعد هذا الهرمون على النمو المتكامل للجسم، حيث يحفز عمليات بناء

البروتينات ويثبط عمليات الهدم بها، وينظم هذا الهرمون عمليات نمو العظام، ويؤثر بشكل عام على زيادة عمليات التمثيل الغذائي بالجسم كما يلعب دورا مهما في تحديد حجم الجسم وكتلة العضلات وقوتها مما يميز الأفراد الرياضيين عن أقرانهم من غير الرياضيين.

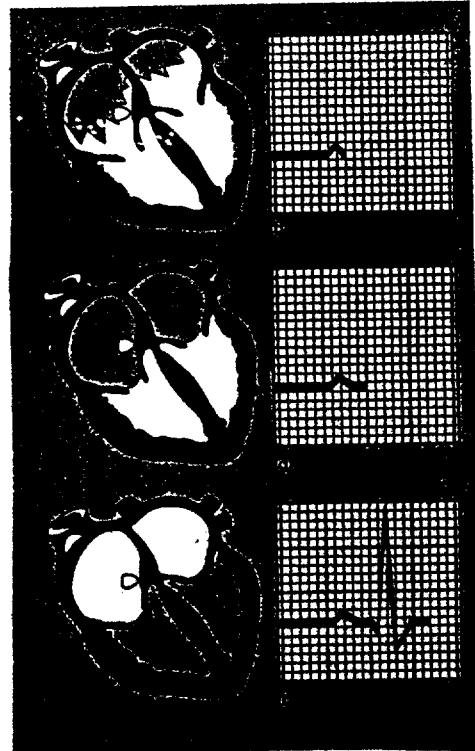
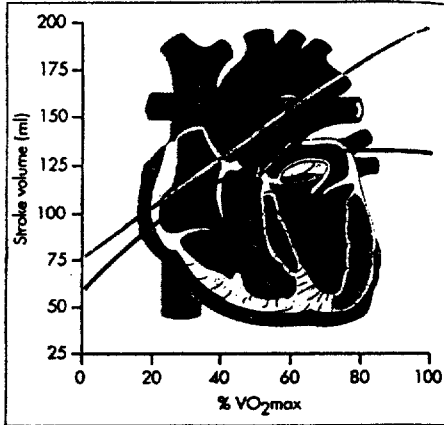
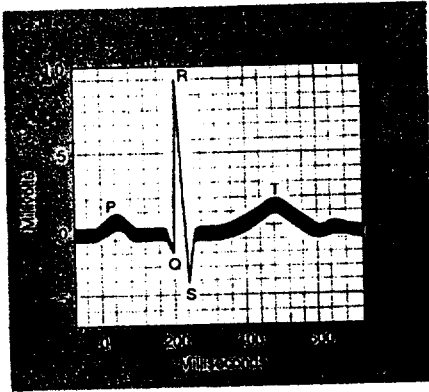
٢- يؤثر نشاط الهرمونات لدى الرياضيين على زيادة حجم القلب مثلما يحدث تحت تأثير إفراز هرمون الثيروكسين T4 الذى تفرزه الغدة الدرقية، كما يزداد لدى الرياضيين إفراز الهرمونات الجنسية حيث يزداد الهرمون الذكري الذى يعرف بالتستوستيرون Testosterone والذى تغلب على تركيبه الاسترويدات البنائية Steroids والذى تتضمن تأثيراته فضلا عن النمو الجنسي للذكور تأثيرات أخرى بنائية تلاحظ فى زيادة حجم عضلات الجسم وقوتها، وخاصة عضلات الأطراف، ويؤثر ذلك على تحسين وانتظام نمو عظام الأطراف أيضا وزيادة عرض عظام المنكبين، ويسهم هرمون التستوستيرون فى زيادة تخزين مواد الطاقة بالعضلات وخاصة الجليكوجين ويؤثر ذلك فى زيادة كفاءة اللاعبين فى الرياضات التى تعتمد على نظام الجللكزة اللاهوائية (نظام حامض اللاكتيك).

٣- الانتظام فى ممارسة الرياضة ينشط هرمون الإستروجين Estrogen hormone لدى الإناث والذى يفرز بواسطة المبيض Ovary كما تنشط قشرة الغدة الكظرية فى إفراز الأندروجين Androgen وكلا الإفرازين يعملان على تحسين نمو العظام وانتظامها وخاصة فى طفرة النمو المفاجئ والسريع التى تلى مرحلة البلوغ مباشرة لدى الإناث.

الفصل الثامن

فسيولوجية الجهاز القلبي الوعائي واختباراته التطبيقية

The Physiological of Cardiovascular and its Application Tests



الجهاز القلبي الوعائي: تركيبه ووظيفته:

يوضح «تورتورا» Tortora, 2000 أن مصطلح «القلبي الوعائي» Cardiovascular يعني:

«مركز لمجموعات من الخلايا العصبية المتفرقة داخل النخاع المستطيل يقوم بتنظيم معدل القلب وقوة الانقباض، ومقدار اتساع قطر الأوعية الدموية».

Cardiovascular is:

“Center Groups of Neurons Scatterd Within The Medula Oblogate That Regulate Heart Rate, Force of Contraction, and Blood Vessel Diameter”.

ونظرا لما يقوم به المركز القلبي الوعائي The Cardiovascular Center من تنظيم لقوة انقباض عضلة القلب، فإنه يتحكم في حجم ضربة القلب Stroke Volume؛ ولذا فإن مجمل ما يقصد به من مصطلح Cardiovascular هو تنظيم معدل القلب HR وحجم ضربة القلب SV واتساع قطر الأوعية الدموية BVD الذي يؤثر بشكل مباشر في معدل جريان الدم Blood Flow.

وفيما يتعلق باستخدام مصطلح الجهاز القلبي الوعائي Cardiovascular System يوضح «تورتورا» Tortora أن الجهاز القلبي الوعائي يتكون من الدم والقلب والأوعية الدموية.

ويستخدم مصطلح الجهاز القلبي الوعائي في العديد من المراجع الحديثة للفسيولوجيا العامة وفسيولوجيا التدريب الرياضي، فقد استخدمه «فاندر» ومشاركوه Vander et al., 1994 للدلالة على عمل القلب والأوعية الدموية معا:

“The Heart and Blood Vessels Together are Termed The Cardiovascular System”.

واستخدم المصطلح «رودز، وفلانزر» Rhoades & Flanzer, 1996 وأشارا إلى ما برهن عليه «وليام هارفي» William Harvey في القرن السابع عشر من تكوين هذا

الجهاز من الدورة الدموية والدورة الجهازية عبر العضلات والجلد والكلى والبطن والأعضاء الجهازية الأخرى، ومقدار جريان الدم إلى جميع هذه الأجهزة، واستخدمت الكلية الأمريكية للطب الرياضى ACSM, 1998 مصطلح الجهاز القلبي الوعائى Cardi-vascular System فى العديد من الموضوعات المتعلقة بالاختبارات والإعداد البدنى، ويتسع المفهوم الذى أورده «مك أردل» ومشاركوه Mc Ardle, 1996 عن الجهاز القلبي الوعائى ليعبر عن اتحاد الجسم كوحدة، حيث يوضح المرجع أن الجهاز القلبي الوعائى يعمل على تزويد العضلات النشطة بالأغذية والأكسجين المتدفق لها عبر الدم لتتجشم (تتحمل) إنتاج الطاقة العالية.

“The Cardiovascular System Integrates The Body as a Unit It Provides The Active Muscles With a Continuous Stream of Nutrients and Oxygen to Sustain a High Energy Output”.

ولقد استخدم المصطلح كل من «بريتك» Prentice, 1997، و«باورز، هولى» Powers & Howley 2000 ويتفق التعبير الذى أورده «كوربن، لينسى» Corbin & Lindsey, 1999 عن مصطلح اللياقة القلبية الوعائية Cardiovascular Fitness مع مفهوم «مك أردل» ومشاركيه Mc Ardel et al., 1996 عن الجهاز القلبي الوعائى، حيث يذكر «كوربن، لينسى» أن اللياقة القلبية الوعائية يقصد بها: «قدرة القلب، والأوعية الدموية، والدم، والجهاز التنفسى على إمداد مواد الطاقة، وخاصة الأكسجين إلى العضلات، وقدرة العضلات على استغلال مواد الطاقة فى أداء تدريبات التحمل».

ويرى المؤلف أن احتواء بعض المراجع لجانب من الوظائف التنفسية للتعبير عن مفهوم الجهاز القلبي الوعائى، يرجع إلى الدور الرئيسى الذى يقوم به الدم فى نقل مواد الطاقة بما فيها الأكسجين - كناتج لعمليات التبادل الغازى - وتوصيلها إلى العضلات العاملة النشطة للاستفادة منها فى إنتاج الطاقة، ومن ثم فإن الموضوع يرجع إلى المحصلة النهائية لعملية التنفس وليست العملية فى حد ذاتها كوظيفة للجهاز التنفسى، هذا مع الأخذ فى الاعتبار أن تناول فسيولوجية عمل أجهزة الجسم كوحدات مستقلة هو لغرض الدراسة فقط، ولكن المبدأ الأساسى هو عمل الجسم كله كوحدة متكاملة.

التركيب التشريحي لعضلة القلب:

القلب عضو عضلى ذو أربعة تجاويف يعمل على شكل مضخة مزدوجة منقسمة طوليا إلى جزئين: أيمن وأيسر، ويضم كل جزء منهما أذين Auricle وبطين Ventricle الجزء الأيمن من القلب يضخ الدم إلى الرئتين لكى يتزود منها بالأكسجين ويتخلص من ثانى أكسيد الكربون عبر عملية التبادل الغازى، والجزء الأيسر من القلب وظيفته ضخ الدم إلى أجزاء الجسم المختلفة لتزويد الأنسجة بالأكسجين اللازم وتخليصها من ثانى أكسيد الكربون عن طريق حمله إلى الرئتين لكى يطرح خارج الجسم عبر هواء الزفير، ويفصل بين كل أذين وبطين صمام Valve يسمح بمرور الدم فى اتجاه واحد فقط من الأذنين إلى البطينين، ومن البطين الأيمن إلى الشريان الرئوى، كذلك من البطين الأيسر إلى الشريان الأورطى Aortic (الأبهر) والصمامات لا تسمح بمرور الدم إلى عكس الاتجاهات السابقة.

يوجد القلب فى منتصف الصدر تقريبا بين الرئتين وخلف عظم القص ويقع ثلث عضلة القلب على يمين خط منتصف الجسم والثلاثان الباقيان على يساره، ويزن قلب الإنسان حوالى ٣٥٠ جراما، ويقدر حجم قلب الشخص البالغ بحجم قبضة اليد وهى مضمومة، وتكوّن عضلة القلب السميكة Myocardium الجزء الرئيسى من جدار القلب المتمثلة فى جدران الأذنين والبطينين حيث تتكون هذه الجدران من ألياف عضلية قلبية مرتبة فى عدة طبقات، ولا يوجد أى اتصال نسيجي بين الألياف العضلية للأذنين والألياف العضلية للبطينين، ولكن يوجد فى القلب أنسجة متخصصة تقوم بتوصيل الإثارة العصبية من الأذنين إلى البطينين وتسمى فى مجملها بالجهاز الناقل Conduction System الذى يتألف من مجموعة من الأنسجة المتخصصة Specialized tissues التى تتكون مما يلى:

١- العقدة الجيب اذينية Sino - atrial node:

ويرمز لها للاختصار node S-A وهى كتلة صغيرة من النسيج العضلى توجد فى جدار الأذين الأيمن بالقرب من النقطة التى يصب عندها الوريد الأجوف العلوى فى

الأذين الأيمن، ومن هذه العقدة تنشأ نبضة القلب ويتحدد معدل ضرباته بالكامل؛ ولذا تسمى ناظم القلب Pace-Maker of the Heart.

ب - العقدة الأذينية البطينية Atrio-ventriculat node،

وللاختصار تكتب A-V node وهي توجد أيضا في جدار الأذين الأيمن ولكن عند أسفل الحاجز الذي يفصل بين الأذنين.

ج - الحزمة الأذينية البطينية Atrio-ventricular bundle،

ويرمز لها بالرمز A-V bundle وتسمى أيضا حزمة «هس» Bundle of his وهي تنشأ من العقدة الأذينية البطينية وتمتد لأسفل مسافة قصيرة تتفرع بعدها إلى فرعين أيمن وأيسر عبر البطينين ليمتدا حتى قمة القلب لأسفل، ثم يصعدان مرة أخرى لأعلى في اتجاه قاعدة القلب - كل في البطين الخاص به حتى تنتهي بشبكة من الألياف يطلق عليها شبكة «بيركنجى».

د - شبكة بيركنجى Purkinjie network،

وهي عبارة عن شبكة دقيقة من الخيوط أو الألياف تنشأ عن تفرع نهايتى حزمة «هس» وتوجد هذه الشبكة بصورة رئيسية أسفل البطانة الداخلية لكل بطين، وتصل أليافها إلى الجزء الرئيسى من عضلة القلب الذى يكون سمك الجدران Myocardium

الخصائص الفسيولوجية لعضلة القلب؛

هناك مجموعة من الخصائص التى تنفرد بها عضلة القلب، وتتميز بها عن العضلات الأخرى بالجسم، ومن أهم هذه الخصائص ما يلى:

١- خاصية العمل ذاتيا (عضلية النبض) Mynogenic

إن عضلة القلب تعمل من تلقاء نفسها، ولديها القدرة على توليد دافع ذاتى للانقباض بدون أى تنبيه أو تأثير خارجى، كما أنها لا تخضع لتنبيه صادر من الجهاز العصبى لكى تعمل، وهذه الخاصية تعتمد على العقدة الجيب أذينية S-A node التى تنبعث منها النبضات الكهربائية وتنتشر فى أجزاء القلب، وعلى الرغم من ذاتية العمل

بالنسبة لعضلة القلب، إلا أن معدل العمل وقوة الانقباض (النبضات القلبية) يتأثران بعدد من العوامل مثل: درجة الحرارة - أعصاب القلب - درجة تفاعل الدم PH - مدى توافر الأكسجين - مدى توافر الأملاح المعدنية في الدم المغذى للقلب وخاصة أملاح الصوديوم والكالسيوم بدرجات معينة من التركيز.

٢- خاصية الإيقاعية Rhythmicity

تتميز عضلة القلب بآلية منتظمة للانقباض والارتخاء، ومنشأ هذه الآلية - كما ذكرنا - هو العقدة الجيب أذينية التي تصدر نبضات كهربائية بمعدل حوالى ١٢٠ نبضة فى الدقيقة، تنتشر تلك النبضات عن طريق الجهاز التوصيلى لعضلة القلب، فى الوقت الذى يتأثر معدلها بفعل العصب الحائر (نظير السمبثاوى) Parasympathic فيصل ذلك المعدل إلى ٧٠ نبضة فى الدقيقة لدى الشخص السليم البالغ فى حالة الراحة.

٣- خاصية الانقباضية Contractility وفق قانون خاص:

تخضع عضلة القلب فى انقباضها لقانون خاص يعرف بقانون «الكل أو العدم» All or none law وهو أحد القوانين المميزة لانقباض عضلة القلب ومؤداه: أن عضلة القلب إذا ما استثبرت بمنبه ما Stimulus فإنها إما أن تنقبض بكامل قوتها، أو لا تستجيب على الإطلاق، فلماذا كانت شدة المثير كافية فسوف يحدث الانقباض، وإذا ما كان المثير ضعيفا لا تنقبض عضلة القلب، ويشير ذلك إلى أن هناك حدا أدنى (عتبة فارقة) Threshold لقوة المنبه أو المثير الذى تستجيب له عضلة القلب، على خلاف العضلات الهيكلية التى تستجيب لمختلف درجات التنبيه وتتناسب استجاباتها طرديا مع قوة المنبه أو المثير.

٤- خاصية التوصيل (النقل) Conductivity

تتميز عضلة القلب بالقدرة على نقل الموجة الانقباضية من منشئها فى العقدة الجيب أذينية إلى جميع أجزاء القلب حيث تقوم حزمة «هس» وشبكة «بيركنجى» بدور واضح ومتطور فى عملية النقل هذه، وحيث يبلغ معدل التوصيل عند شبكة «بيركنجى» ٤م فى الثانية، وفى جدار الأذين يصل المعدل إلى ١م فى الثانية، بينما يبلغ عند جدار

البطين ٤, ٠ م في الثانية، وتتأثر خاصية التوصيل بفعل الأعصاب التي تغذى القلب ومنها العصب « السمبثاوى » Sympathic الذى يزيد سرعة التوصيل والعصب نظير السمبثاوى Parasympathic الذى يقلل سرعة التوصيل .

٥- خاصية الامتناع (الرفض) Refractory

الامتناع أو الرفض هى فترة زمنية بعد انتهاء التقلص مباشرة تكون فيها العضلة الهيكلية أو عضلة القلب - غير قادرة على الاستجابة لحافز آخر، وفيما يختص بعضلة القلب فإن تلك الفترة تتميز بأنها أطول بكثير مما هى فى العضلات الهيكلية، وهذا يضمن عدم تعرض عضلة القلب لانقباض تشنجى مستمر مثلما يحدث فى بعض الأحيان للعضلات الهيكلية، ولهذا الأمر أهمية خاصة فى عمل القلب من حيث كونه مضخة تمر بمرحلة انقباض Systole يضخ خلالها الدم إلى الرئتين أو الجسم، ومرحلة انبساط Diastole تمتلئ فيها تجاويف القلب الأربعة بالدم القادم من الرئتين والجسم والانقباض التشنجى يفقد القلب قابلية العمل كمضخة واستمرار انقباض القلب ولو لبضع ثوانٍ إضافية يؤدي إلى توقف الدورة الدموية وحدوث الإغماء أو الوفاة.

الدورة القلبية Cardiac Cycle

يقصد بالدورة القلبية جميع العمليات المرافقة للنبضة القلبية الواحدة، وتمثل فى انقباض الأذنين معا يليهما انقباض البطينين معا ثم ارتخاء عضلة القلب ككل، وتتم هذه العملية فى زمن قدره حوالى ٠,٨ ثانية، فلو افترضنا بأن معدل نبض القلب هو ٧٢ نبضة فى الدقيقة فسوف يكون توزيع زمن دورة القلب شاملاً ٠,٥ ثانية هى راحة تامة وانبساط Diastole، ٠,٣ ثانية انقباض Systole وتبدأ كل دورة قلبية بتوليد موجة من جهد الفعلية (انعكاس استقطاب) بصورة ذاتية تبدأ فى العقدة الجيب أذينية فينقبض الأذنين معا فى آن واحد، ويكون البطينان فى حالة انبساط والصمامات الأذينية البطينية مفتوحة فيندفع الدم من الأذنين إلى البطينين، بعد ذلك مباشرة يبدأ ارتخاء الأذنين وانقباض البطينين معا، وبعد الارتخاء الأذنى يبقى الأذنان فى حالة راحة تامة لما تبقى من زمن الدورة القلبية، ويستغرق انقباض البطينين ٠,٣ ثانية تعقبها فترة ٠,٢ ثانية للارتخاء، ٠,٣ ثانية من الراحة التامة.

أصوات القلب Heart sounds

خلال كل دورة قلبية يمكن أن يسمع صوتان للقلب عند استخدام سماعة الطبيب فعند انقباض البطينين يرتفع ضغط الدم داخلهما بدرجة كبيرة فتغلق الصمامات الأذينية البطينية بشدة محدثة الصوت القلبي الأول First heart sound الذى يشبه اللفظ (لوب) بينما تنفتح الصمامات الهلالية Semilunar valves أو الصمامات الشريانية، فيندفع الدم بشدة من البطين الأيسر إلى الشريان الأورطى Aortic (الأبهر) كما يندفع الدم من البطين الأيمن إلى الشريان الرئوى، ونتيجة لدفع الدم فى الشريان الأورطى يرتفع الضغط فى هذا الشريان وفى الشرايين الرئيسية المتفرعة منه ليصل مقدار الضغط إلى ١٢٠ ملميمترا زئبق أى يصبح مساويا للضغط داخل البطين الأيسر أثناء انقباضه، كما يرتفع الضغط فى الشريان الرئوى إلى مقدار ٣٠ ملميمترا زئبق ويصبح مساويا لمقدار الضغط داخل البطين الأيمن أثناء انقباضه، ولكن سرعان ما ينخفض الضغط داخل كل من الشريان الأورطى والشريان الرئوى إلى ٨٠، ١٥ ملميمترا زئبق على التوالي، فى هذه الأثناء يكون البطينان قد دخلا فى مرحلة الارتخاء مما يعمل على انخفاض الضغط فيهما إلى ما دون الضغط فى الشريان الأورطى والشريان الرئوى وحينذاك تغلق الصمامات الهلالية محدثة الصوت القلبي الثانى Second heart sound الذى يشبه اللفظ (دب) وعلى هذا الأساس تكون النبضة القلبية مصحوبة بصوتين (لوب - دب) ومحصلتهما تحسب كنبضة قلبية واحدة.

معدل نبض القلب Rate heart beat

يعرّف معدل نبض القلب بأنه: «معدل انتشار موجات التمدد خلال دقيقة واحدة من جدران الأورطى - عند اندفاع الدم إليه من البطين الأيسر- إلى جدران الشرايين».

ويختلف معدل نبض القلب خلال مراحل العمر المختلفة، فبينما يتراوح معدل النبض لدى الطفل حديث الولادة ما بين ١٣٠-١٥٠ نبضة فى الدقيقة، يلاحظ بأن هذا المعدل ينخفض ليصل إلى ١٢٠ نبضة / ق عندما يبلغ الطفل عامه الأول، ويستمر فى الانخفاض حتى يصل إلى ٩٠ نبضة / ق عندما يبلغ الطفل العاشرة من عمره، بينما يصل معدل النبض الطبيعى فى الشخص السليم البالغ إلى حوالى ٧٢ نبضة / ق، ونبض القلب بصورة عامة أسرع فى الحيوانات الصغيرة، وكلما زاد وزن الجسم تقل سرعة النبض ففى الفيل مثلا يكون معدل النبض حوالى ٢٨ نبضة/ ق، فى حين يصل

فى الارنب إلى ٢٢٠ نبضة / ق، ولدى الفأر يتراوح المعدل ما بين ٣٠٠-٥٠٠ نبضة / ق، ويصل إلى ١٠٠٠ نبضة / ق فى طائر الكنارى، وفى مجال دراسات فسيولوجيا الإنسان فإن الجدول التالى يوضح معايير لياقة الافراد وفق معدلات النبض فى حالة الراحة خلال مراحل عمرية مختلفة.

جدول (١٥)

معايير لياقة القلب وفق معدلات النبض فى حالة الراحة لمراحل عمرية مختلفة

مستوى اللياقة Fitness Level				(نبضة/ق) فى حالة الراحة Beats Per Minute at Rest
العمر	٢٠-٢٩ سنة	٣٠-٣٩ سنة	٤٠-٤٩ سنة	٥٠ سنة أو أكثر
رجال				
ممتاز	تحت ٦٠	تحت ٦٤	تحت ٦٦	تحت ٦٨
جيد	٦٠-٦٩	٦٤-٧١	٦٦-٧٣	٦٨-٧٥
مناسب	٧٠-٨٥	٧٢-٨٧	٧٤-٨٩	٧٦-٩١
ضعيف	فوق ٨٥	فوق ٨٧	فوق ٨٩	فوق ٩١
نساء				
ممتاز	تحت ٧٠	تحت ٧٢	تحت ٧٤	تحت ٧٦
جيد	٧٠-٧٧	٧٢-٧٩	٧٤-٨١	٧٦-٨٣
مناسب	٧٨-٩٤	٨٠-٩٦	٨٢-٩٨	٨٤-١٠٠
ضعيف	فوق ٩٤	فوق ٩٦	فوق ٩٨	فوق ١٠٠

عن: «كارول، سميث» 1992، Carroll and Smith

العوامل المؤثرة على معدل النبض:

يتأثر معدل القلب - زيادة أو نقصا - بعدد من العوامل الفسيولوجية ذات الأهمية فى مجال دراسة وظائف القلب سواء بالنسبة للأشخاص الرياضيين أو غير الرياضيين، وتتلخص أهم تلك العوامل فيما يلى:

- ١- أعصاب القلب The Nerves of Heart
- ٢- الانفعالات والحالة النفسية Excitements & Psychological Status
- ٣- حرارة الدم Blood Heat
- ٤- كمية الدم الراجعة إلى القلب.
- ٥- نشاط الهرمونات Hormones Activity
- ٦- غازات الدم Blood Gases
- ٧- انقباض العضلات The Mmuscles Contraction
- ٨- ضغط الدم الشرياني Arterial Blood Pressure
- ٩- وضع الجسم Body Posture
- ١٠- حالة الجسم Body Status
- ١١- الجهد البدني Physical Effort

١ - أعصاب القلب The nerves of heart:

الأعصاب التي تتصل بالقلب والتي تتمثل في عصبين رئيسيين هما: العصب السمبثاوي Sympathetic Nerve ونشاطه يحدث زيادة في معدل نبضات القلب، والعصب الآخر هو نظير السمبثاوي Parasympathetic وتأثيره يحدث العكس بأن يقلل من معدل نبضات القلب.

٢- الانفعالات والحالة النفسية Excitements & Psychological Status:

يزيد معدل نبض القلب في حالات الفرح والخوف والغضب، بينما يقل معدل النبض في حالات الحزن والأكتئاب.

٢- حرارة الدم Blood Heat:

يؤدي ارتفاع درجة حرارة الدم إلى زيادة سرعة معدل النبض، ففي حالة الإصابة بالحميات مثلا Vevets والتي ينتج عنها إفراز بعض السموم Toxins في الدم ترتفع سرعة ضربات القلب، ومن الملاحظ أن ارتفاع درجة الحرارة بمقدار درجة واحدة مثوية

يؤدى إلى زيادة فى معدل النبض بمقدار ١٠ نبضات فى الدقيقة ذلك مع استثناء بعض الحالات القليلة للحميات كالتيفود حيث يحدث العكس وتقل ضربات القلب .

٤- كمية الدم الراجعة إلى القلب،

يزداد معدل نبض القلب كلما ازدادت كمية الدم الراجعة إلى القلب، يحدث ذلك كنتيجة لانعكاس عصبى يبدأ من النهايات العصبية الحسية الموجودة فى جدران الأذين الأيمن ويعرف بانعكاس «بنيردج» وهذا يؤدى بدوره إلى زيادة كمية الدم المدفوعة للعضلات ويمنع ركود الدم فى القلب والأوردة .

٦- نشاط الهرمونات Hormones Activity،

يؤثر نشاط الهرمونات على معدل نبض القلب، هناك - على وجه الخصوص - تأثير مباشر لهرمون الأدرينالين Adrenaline يسبب زيادة معدل نبض القلب وزيادة قوة النبض، كما أن هرمون «النور أدرينالين» Noradrenaline له نفس التأثير حيث يزيد من معدل نبض القلب ولكن تأثيره أضعف .

٦- غازات الدم Blood gases،

تزداد سرعة معدل نبض القلب فى حالة زيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون CO_2 فى الدم، كما تزداد أيضا فى حالة نقص الأكسجين O_2 ويؤدى الحرمان المطلق من الأكسجين إلى توقف عضلة القلب .

٧- انقباض العضلات The Muscles Contraction،

يؤدى انقباض العضلات إلى زيادة فى معدل نبض القلب، على أساس أن انقباض العضلات يضاعف رجوع الدم الوريدى إلى القلب بسبب التأثير التدليكى التى تحدثه العضلات الهيكلية على عمل الأوردة، ولقد أوضحنا فيما سبق بأن كمية الدم الراجعة إلى القلب تزيد من معدل نبض القلب، من ناحية أخرى يزداد معدل نبض القلب سرعة عند انقباض العضلات حتى يتمكن القلب من تغذية تلك العضلات المنقبضة بكمية الدم اللازمة لها .

٨- ضغط الدم الشرياني Arterial Bblood Pressure:

يتناسب معدل نبض القلب تناسباً عكسياً مع متوسط ضغط الدم الشرياني ويعرف ذلك بقانون «ماري» Marrey's Low.

٩- وضع الجسم Body Posture:

يختلف معدل نبض القلب في الأوضاع التي يتخذها الجسم، فيزداد المعدل بمقدار ١٠-٥ نبضات عند تغيير وضع الجسم من الرقود إلى وضع الجلوس أو الوقوف، أي عند تغيير وضع الجسم من المستوى الأفقي إلى المستوى الرأسي.

١٠- حالة الجسم Body Status:

يتغير معدل نبض القلب تبعاً للحالة الجسمية، فعند الاسترخاء الإرادي أو عقب جلسة للتدليك الاسترخائي ينخفض معدل النبض، كما ينخفض بشكل واضح في حالة النوم الهادئ العميق، ويزداد معدل النبض تدريجياً عند الاستيقاظ من النوم ومع بدايات النشاط.

١١- الجهد البدني Physical Effort:

يزداد معدل النبض سرعة عند ممارسة الرياضة وأداء جهد بدني، وتناسب سرعة معدل النبض طردياً مع شدة الجهد المبذول وتحدث تلك الزيادة نتيجة مجموعة متداخلة من العوامل السابقة، والتي تظهر تحت تأثير الجهد البدني، ومن أهمها ما يلي:

أ- تأثير ارتفاع درجة حرارة الدم.

ب- تأثير اختلال غازات التنفس وأهمها الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون.

ج- زيادة كمية الدم الراجعة إلى القلب.

د- زيادة عمليات التمثيل الغذائي.

هـ - زيادة نشاط الهرمونات.

و- انقباض العضلات.

ز- زيادة معدل التنفس.

ح- تغيرات ضغط الدم.

الأوعية الدموية Blood Vessels:

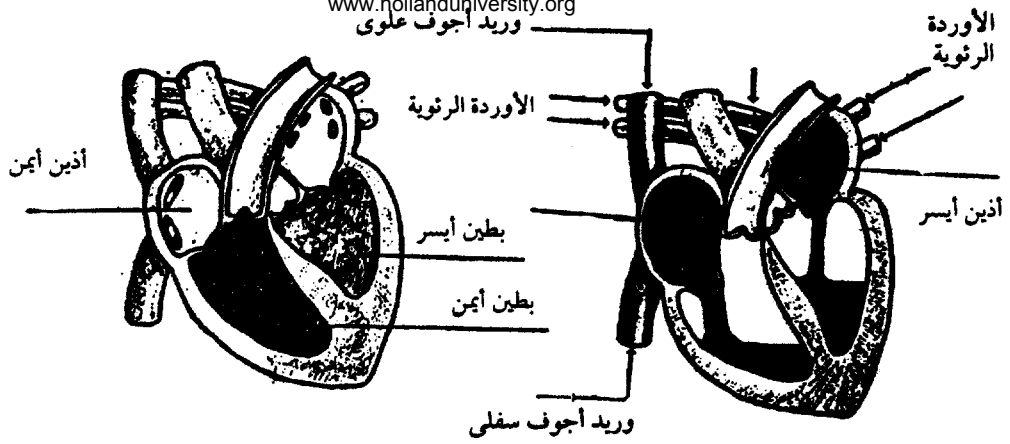
عبارة عن أنابيب أو قنوات تنقل الدم من القلب إلى أجزاء الجسم المختلفة والعكس، وتوجد منها ثلاثة أنواع رئيسية هي: الشرايين - الأوردة - الشعيرات الدموية، ويطن تجويف الوعاء الدموى طبقة رقيقة جدا من الخلايا الطلائية، وتتميز جدران الشرايين والأوردة باحتوائها على ألياف عضلية ونسيج ليفى مطاط - Elastic tissue مما يعطيها خاصية القدرة على التمدد عند دفع الدم من القلب، والانكماش أثناء انبساط القلب، ولا توجد هذه الخاصية فى الشعيرات.

أولا، الشرايين Arteries:

هى قنوات تنقل الدم من القلب إلى مناطق الجسم المختلفة، وعادة ما يكون هذا الدم مؤكسد (نقيا) فيما عدا الشريان الرئوى الذى يحمل دما غير مؤكسد، وتتميز الشرايين بأن جدرانها سميكة وقوية إلا أن قطرها الداخلى أضيق من قطر الوريد، وتتفرع الشرايين الرئيسية التى تخرج من القلب مباشرة - كالشريان الأورطى والشرايين الرئوية - إلى شرايين فرعية متوسطة الحجم تمثل ٩٠٪ من مقدار المقاومة التى يصادفها الدم عند مروره عبر هذه الأوعية، حيث إنه كلما قل قطر الوعاء زادت مقاومته لجريان الدم، وتنتهى الشرايين الفرعية بأوعية أصغر حجما تسمى الشريينات Arterioles التى تنهى فى الصغر تدريجيا حتى تنتهى بالشعيرات الدموية الشريانية التى تنتشر وتوزع عبر خلايا الجسم.

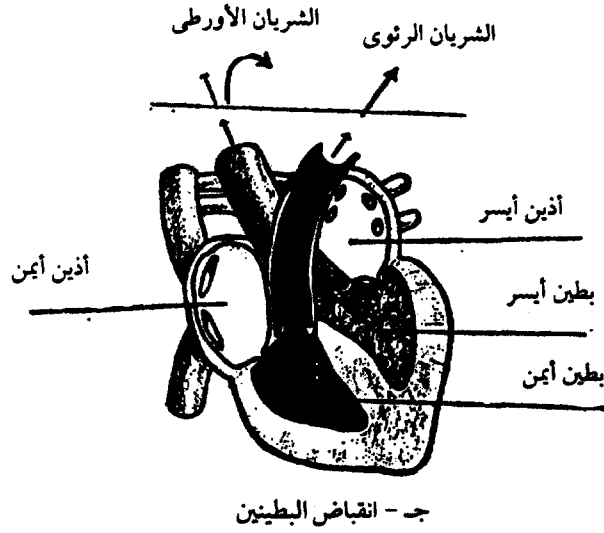
ثانيا، الأوردة Veins:

تبدأ الأوردة عند نهايات الشعيرات الدموية فى صورة شعيرات وريدية ومن هذه الشعيرات يتجمع الدم فى أوردة دقيقة تسمى الوريدات Venules تتصل الوريدات ببعضها لتكون الأوردة Veins وتصب الأوردة الصغيرة فى أوردة أكبر حجما لتكون فى النهاية الوريدين الأجوفين - العلوى والسفلى - اللذين يقومان بإرجاع الدم إلى القلب، وعموما فإن وظيفة نقل الدم من أجزاء الجسم المختلفة وإرجاعه إلى القلب تعتبر الوظيفة الرئيسية لعمل الأوردة، لذا فإنه فى جميع الأحوال الطبيعية تستوعب الأوردة نسبة ٢٥-٧٠٪ من إجمالى حجم الدم بالجسم وعلى هذا الأساس يطلق عليها مخازن الدم . Blood Stores



أ - انقباض الأذنين

ب - امتلاء البطينين بالدم



ج - انقباض البطينين

شكل (٣٢)
الدورة الدموية

ثالثا، الشعيرات الدموية Blood Capillaries :

هى أوعية دموية متناهية فى الصغر، تعمل كحلقة وصل بين الوريدات والشريينات الصغيرة، وتكون شبكة كثيفة يتم خلال جدرانها تبادل المواد بين الدم والسائل النسيجي، ويختلف حجم الأوعية الدموية الشعرية من منطقة إلى أخرى فى الجسم، وهى فى الرئتين تكون أكثر اتساعا فى قطرها من أى جزء آخر فى الجسم.

الدورة الدموية Blood Circulation :

تمثل الدورة الدموية حركة الدم المستمرة فى الجسم، التى تنتقل من القلب - الذى هو بمثابة مضخة للدم - إلى الأوعية الدموية التى تنقل الدم وتوزعه على جميع أجزاء وأنسجة الجسم المختلفة، ثم يعود الدم مرة أخرى إلى القلب . . . وهكذا. وتنقسم الدورة الدموية إلى قسمين رئيسيين هما :

١- الدورة الجهازية Systemic Circulation :

تُعرف هذه الدورة باسم الدورة الدموية الكبرى Greater Circulation وتبدأ بانتقال الدم المؤكسد (النقى) من البطين الأيسر الذى يدفع الدم إلى الشريان الأورطى (الأبهر) ثم إلى الشرايين الرئيسية فالشرايين الفرعية، ثم إلى الشريينات فالشعيرات الدموية الشريانية حيث تتم عملية تبادل الغازات والمواد بين الدم والأنسجة فتحصل الأنسجة على الأكسجين اللازم لها وتخلص من ثانى أكسيد الكربون الذى يحمله الدم عبر الشعيرات الدموية الوريدية فالوريدات ثم الأوردة حتى يتجمع الدم فى الوريدين: الأجوف العلوى والأجوف السفلى اللذين يصبان الدم غير المؤكسد فى الأذين الأيمن للقلب وتنتهى بذلك الدورة الجهازية.

٢- الدورة الرئوية Pulmonary Circulation :

وتعرف هذه الدورة أيضا باسم الدورة الدموية الصغرى Lesser Circulation وفيها يمر الدم من القلب إلى الرئتين فقط، ثم يعود مرة أخرى إلى القلب، وتبدأ رحلة الدم فى هذه الدورة من البطين الأيمن الذى يدفع الدم غير المؤكسد إلى الشريان الرئوى الذى يتفرع إلى فرعين رئويين - كل فى رئة - ثم ينتقل إلى الشريينات فالشعيرات الدموية حيث يتخلص الدم من ثانى أكسيد الكربون ويتحمل بالأكسجين، ثم ينتقل الدم

المؤكسد تباعا حتى يصل إلى الأوردة الرئوية الأربعة التى تصب الدم فى الأذين الأيسر للقلب، وتنتهى عند ذلك الدورة الدموية الرئوية لتبدأ الدورة الدموية الجهازية مرة أخرى... وهكذا.

ملحوظة:

هناك دورة دموية قصيرة جدا يطلق عليها الدورة التاجية - Coronary Circulation وهى التى تغذى عضلة القلب ذاتها حيث تحتاج الألياف العضلة القلبية - كأي عضلة أخرى - إلى كميات كافية من الدم الذى ينقل إليها الأكسجين ومواد الطاقة اللازمة للانقباض، وتتم الدورة التاجية عبر شريانين ينشئان من جذر الأورطى عقب خروجه مباشرة من البطين الأيسر ويمران على جانبي القلب بما يمثل شكل التاج Crown ولذا سميا بالشريانين التاجيين Coronary Arteries .

ديناميكية الدم: Homodynamic:

يعبر مصطلح الديناميكية dynamic عن حركة الدم وجريانه فى الأوعية الدموية والقوانى الفيزيائية التى تتحكم فى هذا السلوك، وتتضمن دراسة ديناميكية الدم جانبين رئيسيين هما: ضغط الدم وسرعة جريانه فى الأوعية الدموية.

ضغط الدم: Blood Perssure:

يُعرف ضغط الدم على أنه: الضغط الذى يحدثه اندفاع الدم من القلب إلى الشرايين مسببا تمددها، ويتراوح مقداره بين الضغط الانقباضى Systolic (أثناء انقباض عضلة القلب) وبين الضغط الانبساطى Diastolic (أثناء انبساط عضلة القلب) ويبلغ لدى الأشخاص الأصحاء البالغين مقدار ١٢٠ / ٨٠ ملمترا زئبق (مم.ز)، ويتراوح الضغط الانقباضى فى حدوده الطبيعية بين ٩٠ - ١٤٥ مم.ز بينما يتراوح الضغط الانبساطى بين ٦٠ - ٩٠ مم.ز.

العوامل الفسيولوجية المؤثرة على ضغط الدم:

هناك عدة عوامل فسيولوجية تؤثر تأثيرا مباشرا على ضغط الدم يمكن إيجازها فيما يلى:

السن Age:

عند الأطفال يكون ضغط الدم منخفضا، وقد يصل إلى ٥٠ / ٣٠ ملليمترا زئبق، ولكن عند البلوغ توجد زيادة ملحوظة، ويزداد أكثر في الشيخوخة فقد يصل إلى ٩٠ / ١٧٠ ملليمترا زئبق.

الجنس Gender:

- في سن الطفولة يكون الضغط تقريبا واحدا في الجنسين، أى متقاربا جدا.
- في سن ١٠ - ١٦ سنة يكون ضغط الدم عند الإناث أعلى من الذكور.
- في سن البلوغ يكون الضغط عند الإناث أقل من الذكور.
- أما فوق سن ٤٠ سنة فيكون الضغط عند الإناث عاليا.

هضم الطعام Food Digestion:

هناك زيادة طفيفة في ضغط الدم بعد تناول الوجبات قد تصل إلى ٥ - ١٠ ملليمترا زئبق.

الحالات الانفعالية والعاطفية Emotional and Irritable Cases:

تسبب الحالات الانفعالية والعاطفية زيادة ملحوظة في ضغط الدم.

النوم Sleep:

عادة ما يقل ضغط الدم أثناء النوم إلا إذا كانت تصاحبه أحلام.

المجهود البدني Physical Effor:

يؤدي إلى زيادة مؤقتة في الضغط الانقباضى قد تصل إلى ٣٠ - ٥٠ ملليمترا زئبق وسرعان ما يعود إلى مستواه الطبيعي بعد قليل.

وضع الجسم Body Posture:

يختلف ضغط الدم عند الوقوف عنه عند الجلوس أو أى وضع آخر يتخذه الجسم.

التدخين Smoking،

يرتفع ضغط الدم الانقباضى نتيجة التدخين ويستمر تأثيره إلى حوالى الساعة.

التفسير الفسيولوجى لتنظيم ضغط الدم:

ينظم ضغط الدم فسيولوجيا مرتبطا بالأسس التالية:

حجم الدفع القلبي Cardiac Output،

يتوقف ضغط الدم الشريانى على حجم الدفع القلبي، فكلما زاد حجم الدفع القلبي زاد الضغط والعكس صحيح.

المقاومة الطرفية Periferal Resistance،

وهى المقاومة التى يلقاها الدم أثناء مروره فى الشريانيات والشعيرات الدموية وتعتمد على:

- سعة الشريانيات:

فكلما انقبضت الشريانيات نتيجة لانقباض الألياف العضلية المبطنة لجدرانها، زادت المقاومة لمرور الدم وارتفع بالتالى ضغط الدم، وإذا ارتخت الشريانيات قلت المقاومة لمرور الدم وانخفض ضغط الدم.

- لزوجة الدم:

كلما زادت لزوجة الدم زادت المقاومة لمرور الدم وارتفع ضغط الدم.

- مطاطية الشرايين:

كلما قلت مطاطية الشرايين ومرونتها زاد الضغط الانقباضى زيادة ملحوظة، وانخفض الضغط الانبساطى، كما يحدث فى حالات تصلب الشرايين.

حجم الدم بالنسبة لسعة الجهاز الدورى،

إذا زاد حجم الدم بالنسبة لسعة الجهاز الدورى تكون هناك زيادة فى ضغط الدم، وإذا قل حجم الدم بالنسبة لسعة الجهاز الدورى قل الضغط مثلما يحدث فى حالات التزيف.

تأثير المجهود الرياضى على ضغط الدم:

يرتفع ضغط الدم الشريانى أثناء المجهود الرياضى وذلك ناتج عن:

- مؤثرات عصبية من النصفين الكرويين للمخ .
 - مؤثرات عصبية صادرة من الهموثلامس .
 - منعكس من العضلات المنقبضة .
 - منعكس صادر من الجسيمات الموجودة فى الشريان السباتى ومنحنى الأورطى .
 - بعض المواد الكيميائية التى تفرز أثناء المجهود الرياضى مثل الأدرينالين .
- هذه المؤثرات تؤدى إلى تنبيه المركز العصبى المحرك للأوعية الدموية مما يؤدى إلى ارتفاع ضغط الدم .

استجابات الجهاز القلبنى الوعائى لتأثيرات الجهد البدنى والتدريب:

The Cardiovascular Response to The Effect of The Physiological Effort and Training

تحت تأثير أداء الجهد البدنى بدرجاته المختلفة، تحدث مجموعة من الاستجابات المتعددة فى وظائف الجهاز القلبنى الوعائى، وبالنسبة لعملية التدريب الرياضى التى تتميز بالاستمرارية لزمن طويل لدى اللاعب (عدة سنوات) ترتبط الاستجابات الفسيولوجية بعدد من التغيرات المورفولوجية (الشكلية أو التشريحية) للجهاز القلبنى الوعائى كعملية تكيف Adaptation للتدريب الرياضى، وفيما يلى سوف نتناول بالشرح عددا من أهم تلك الاستجابات والتغيرات .

أولاً: استجابات معدل النبض: Bulse Rate Responsis

ذكرنا فيما سبق أن متوسط معدل نبض القلب يبلغ حوالى ٧٢ نبضة فى الدقيقة فى حالة الراحة لدى الشخص السليم البالغ، وعادة يتراوح المدى ما بين ٦٠ - ٨٠ نبضة / ق ويزيد لدى الإناث عن الذكور بمقدار ٧-١٠ نبضات، يرتفع معدل نبض القلب بصورة متزايدة أثناء أداء الجهد البدنى ويستمر تسارع ضربات القلب مع زيادة شدة الحمل المبذول حتى يصل المعدل إلى أقصاه عند مستوى شدة الحمل القصوى، وفى هذه الحالة قد يصل معدل نبض القلب إلى ٢٠٠ نبضة/ق لدى الشباب الأصحاء فى عمر ٢٠ سنة، وقد يصل الرقم إلى أكثر من ذلك لدى الأفراد الأصغر سناً، ووفقاً لدرجات شدة الجهد (الحمل) البدنى يتميز سلوك معدل النبض بما يلى:

١- عند استخدام حمل بدنى منخفض الشدة Low Intensity of The Load

تحدث زيادة ملحوظة في معدل النبض عند بداية المجهود، ثم تنخفض هذه الزيادة انخفاضا طفيفا أثناء أداء الجهد، يلى ذلك مرور معدل النبض بفترة استقرار عند مستوى معين، وتستمر فترة الاستقرار هذه حتى انتهاء الأداء تقريبا، وعند استخدام هذا المستوى من الحمل يتم استشفاء القلب Recovery Of Heart عقب الانتهاء من أداء الجهد البدنى خلال فترة قصيرة نسبيا، ومن المتعارف عليه علميا أن تأثيرات الحمل البدنى المنخفض على معدل نبض القلب لا تتجاوز حدود ١٣٠ نبضة في الدقيقة.

٢- عند استخدام حمل بدنى متوسط الشدة Moderate Intensity of Load

عند بداية أداء الجهد متوسط الشدة تحدث زيادة سريعة في معدل النبض، تظهر بشكل أوضح من سابقتها الحادثة في حالة الحمل منخفض الشدة، وفي حالة الحمل المتوسط سوف يتأخر استقرار وثبات معدل النبض، كما أن فترة الاستشفاء سوف تكون أطول، وتقدر حدود زيادة معدل النبض عن هذا المستوى من الحمل بمدى يتراوح ما بين ١٥٠-١٦٥ نبضة في الدقيقة.

٣- عند استخدام حمل بدنى مرتفع الشدة High Intensity of Load

في هذه الحالة ترتفع سرعة معدل النبض بشكل كبير خلال فترة زمنية وجيزة جدا عند بداية المجهود، ويكون معدل الزيادة تلك أكبر من الحالتين السابقتين، وعند استخدام الأحمال التدريبية ذات الشدة العالية (دون القصوى) يتأخر استقرار معدل النبض بشكل أكبر، ويحتاج القلب إلى فترة زمنية أطول للوصول إلى حالة الاستشفاء، وتقدر حدود تأثير الحمل البدنى مرتفع الشدة وحتى المستوى الأقل من الأقصى بمقدار ١٦٦-١٨٠ نبضة في الدقيقة.

٤- عند استخدام درجة الحمل القصوى

Maximum Intensity of Load

يتزايد التسارع الكبير في معدل ضربات القلب منذ بداية المجهود، ومع الاستمرار في الأداء تصل معدلات النبض إلى حدودها القصوى خلال فترة زمنية قصيرة جدا، وقد لا تظهر حالة ثبات لمعدل القلب وإن ظهرت فلا تلبث أن تختفى بسرعة، وعند الانتهاء من أداء الجهد البدنى سوف يطول زمن الاستشفاء لفترة كبيرة، وتقدر حدود تأثيرات الحمل البدنى الأقصى على معدل نبض القلب بما يزيد عن ١٨٠ نبضة / ق.

تأثير نوعية التدريب الرياضى على استجابات معدل القلب:

يستخدم المدربون أنواعا متعددة من تدريبات اللياقة التى تختلف فيما بينها طبقا لنوع الرياضة التخصصية للاعب، وتشكل أحمال التدريب الرياضى لتتراوح ما بين تدريبات الحمل الهوائى واللاهوائى وكذا تدريبات الحمل المتداخل الذى يجمع بين كلا النوعين، ويرتبط باستخدام تلك الأحمال التدريبية مدى الاستجابة التى تحدث فى معدلات القلب تلبية لمتطلبات نوعية الحمل، ويمكن تلخيص استجابات معدل القلب لنوعية حمل التدريب من خلال الجدول التالى:

جدول (١٦)

استجابات معدل القلب لنوعيات حمل التدريب

نوعية حمل التدريب المستخدم	استجابات معدل القلب
حمل التدريب اللاهوائى الفوسفاتى	فوق ١٩٠ - ٢٢٠ نبضة / ق
حمل التدريب اللاهوائى بنظام حامض اللاكتيك	فوق ١٧٠ - ١٩٠ نبضة / ق
حمل التدريب المتداخل (لاهوائى - هوائى)	فوق ١٥٥ - ١٧٠ نبضة / ق
حمل التدريب الهوائى	١٤٠ - ١٥٥ نبضة / ق

ثانيا: الاستجابة والتكيف فى حجم القلب

The Response and Adaptation In The Heart Volume

ذكرنا فيما سبق بأن القلب عضلة تتأثر بممارسة النشاط والتدريب الرياضى، وحيث إن عضلة القلب تجمع فى خصائصها بين بعض الجوانب التى تتميز بها العضلات الهيكلية (الإرادية) والعضلات الملساء (غير الإرادية) من حيث التركيب والوظيفة، وبما أن العضلات الهيكلية تنمو فى حجمها وتزداد تضخما بزيادة مقطعها العرضى Cross-Sectional Area نتيجة الانتظام فى ممارسة التدريب، ولذا تعتبر زيادة حجم القلب لدى الأفراد الرياضيين نتيجة متوقعة ومنطقية، ولقد تم التحقق من ذلك علميا من نتائج العديد من الدراسات والبحوث التى ترجع إلى ما يزيد عن نحو قرن من الزمان، كان

العالم «هنشن» ١٨٩٩م Henschen هو أول من لاحظ ظاهرة زيادة حجم القلب لدى الرياضيين .

لقد أجريت تجارب ودراسات مقارنة ومتعددة استخدمت فيها الحيوانات المدربة في ظروف معملية ونظائرها من الحيوانات التي لم يتم تدريبها، كذلك أجريت دراسات وتجارب في الظروف الطبيعية للحيوانات البرية (النشطة) ونظائرها من الحيوانات المنزلية الأقل نشاطا، وفي أعقاب الحربين العالميتين: الأولى والثانية، وعند تشريح عدد كبير من جثث ضحايا الحرب، لوحظت زيادة في حجم القلب لدى جثث الجنود المدربين مقارنة بأقرانهم من الأفراد العاديين، ولقد ساعد التطور الكبير في استخدام التصوير بالأشعة، وما تلى ذلك من استخدام الجهاز رسم القلب الكهربائي Electrocardiograph في دراسة العديد من التغيرات المورفولوجية والفسيولوجية لعضلة القلب .

وفي دراستنا لجانب تغيرات حجم القلب، وتحديدًا فيما يتعلق بتضخم القلب، تجدر الإشارة إلى أنه ليست في جميع الأحوال تعتبر ظاهرة تضخم القلب مؤشرا صحيا، حيث قد يحدث نوع من التضخم القلبي الذي يرجع إلى عوامل مرضية مثل حالات تلف الصمام الأورطي Valve Aortic وما ينشأ عنها من مضاعفات تؤدي إلى زيادة حجم القلب وزيادة سمك جدران البطينين في محاولة لتكيف القلب مع مشكلة تلف الصمام واحتياج البطين لدفع كمية اضافية من الدم الراجع من الشريان الأورطي نتيجة عدم غلق الصمام بصورة محكمة، كما أنه في دراستنا لظاهرة زيادة حجم القلب ينبغي أن نعرف كيف نفرق بين ظاهرتين هما: القلب الرياضي والقلب المتضخم مرضيا، وحيث إن الفرد الرياضي (اللاعب) هو محور دراستنا في هذا الكتاب؛ لذا سوف يكون عرض الموضوع مقتصرًا على دراسة القلب الرياضي، وقبل عرض التفسيرات الخاصة بتلك الظاهرة يمكننا أن نستعرض بعضًا من حدود الزيادة في حجم القلب لدى الأفراد الرياضيين وأقرانهم من غير الرياضيين .

حدود قياسات حجم القلب لدى الرياضيين وغير الرياضيين:

أوضحنا - فيما سبق - أن حجم القلب لدى الشخص السليم البالغ يقدر بحجم قبضة اليد وهي مضمومة، وأن وزن القلب في هذه الحالة يكون في حدود ٣٥٠ جراما، ويبلغ طول القلب حوالي ١٢ سم وسمكه من الأمام إلى الخلف في حدود ٦ سم .

ولقد أوضح «شيفر» ١٩٨١ Shaver بأن القطر العرضي للقلب The Trans-verse Diameter Of The Heart يبلغ لدى الرجال مقدار ١٣، ١٢ سم بينما هو أقل لدى الإناث حيث يبلغ ٦٧، ١٠ سم، ولقد احتسبت نسبة وزن القلب إلى وزن الجسم

لدى الأفراد فى الأعمار السنية ما بين ١٠ سنوات، ٦٠ سنة فبلغ للإناث مقدار ٨٥ - ٩٠٪ من متوسط الذكور، وبعد عمر ٦٠ سنة تتساوى هذه المقادير لكلا الجنسين، وخلال المرحلة العمرية من ٢٤ - ٣٨ سنة يقدر حجم القلب لدى الذكور الأصحاء من غير المدربين بنحو ٧٦٩ سم^٣ ولدى الأناس بنحو ٥٦٠ سم^٣، بينما يتراوح الحجم لدى الأفراد المدربين فى نفس المرحلة العمرية ما بين ٩٨٦ سم^٣ للذكور، ٦٩١ سم^٣ للإناث، وتشير العمليات الحسابية الأخيرة إلى استخدام ما يعرف بحجم القلب النسبى الذى يعتمد على قياسات كل من: حجم القلب ووزن الجسم، ويتم حساب حجم القلب النسبى وفقا للمعادلة التالية:

$$\text{حجم القلب النسبى} = \frac{\text{حجم القلب (سم}^3\text{)}}{\text{وزن الجسم (كجم)}} = (\dots\dots\dots) \text{ كجم} / \text{سم}^3$$

ولقد أوضح «علاوى وأبو العلا» ١٩٨٤ بأنه بشكل عام فإن نسبة ٦٠٪ من الأشخاص غير المدربين يتراوح الحجم الكلى للقلب لديهم ما بين ٦٠٠ - ٩٠٠ سم^٣ بينما لدى نفس النسبة المئوية (٦٠٪) من الأشخاص المدربين يتراوح حجم القلب ما بين ٧٠٠ - ١١٠٠ سم^٣، وحجم القلب لدى الأفراد الرياضيين عادة يبلغ ومتوسط مقداره ٩٩٠ سم^٣ ± ١١ سم^٣ أى بزيادة مقدارها حوالى ٣٠٪ عن الأشخاص غير الرياضيين.

ولقد أشارت نتائج بعض الدراسات إلى إمكانية حدوث زيادة فى حجم القلب خلال الموسم التدريبى تتراوح بين ١٥-٢٠٪، وأضاف «أبو العلا وصبحى حسانين» ١٩٩٧ بأن زيادة التمدد فى عضلة القلب يكون فى حدود فسيولوجية معينة حيث إن الزيادة المفرطة لتمدد القلب والتى تصل بحجم القلب إلى ما يزيد عن ١٢٠٠ سم^٣ قد يتبدل فيها التحدد الفسيولوجى إلى تمدد مرضى حتى لدى الرياضيين أنفسهم كنتيجة لآثار التدريب الخاطئ.

القلب الرياضى: Athlet's Heart تفسيرات حول الظاهرة.

نستعرض فيما يلى تحليلنا الخاص لأسباب حدوث ظاهرة القلب الرياضى من خلال استنادنا إلى عدد كبير من الحقائق والتفسيرات العلمية التى يمكن تلخيصها فيما يلى:

* الحقيقة التى تنص على أن: «العضو الذى يعمل ينمو ويتطور والعضو الذى لا يعمل ينكمش ويضمّر» ويعتبر النشاط والجهد البدنى محفزاً قوياً لنشاط وعمل القلب، وبالتالي تكون زيادة حجم القلب نتيجة معبرة عن تلك الحقيقة .

* القلب عضلة - كالعضلات الهيكلية - تنمو وتزداد حجماً بالتدريب، وزيادة عمليات انقباض وانبساط عضلة القلب وخاصة تحت تأثير الجهد البدنى، تحدث تغيراً مورفولوجياً فى القلب كعضلة يترتب عليها زيادة الحجم .

* القلب كمضخة للدم، يحتاج الرياضيون إلى دفع كميات كبيرة من الدم لمواجهة الأعباء البدنية والفسولوجية المطلوبة لممارسة الرياضة أو النشاط البدنى، وقد تصل الحاجة إلى مقدار دفع قلبى Cardiac Output يعادل ثلاثة أو أربعة أضعاف كمية الدم الموجودة بالجسم فى بعض حالات الجهد البدنى (١٥-٢٠ لتر/ق)، ووفقاً لقانون «ستارلينج» Starling يمكن للقلب الرياضى دفع كميات الدم المطلوبة تحت تأثير الجهد البدنى نتيجة زيادة تمدد ألياف عضلة القلب إلى أقصى حدودها التشريحية - الوظيفية، وهذا ما يميز الرياضيين عن غيرهم .

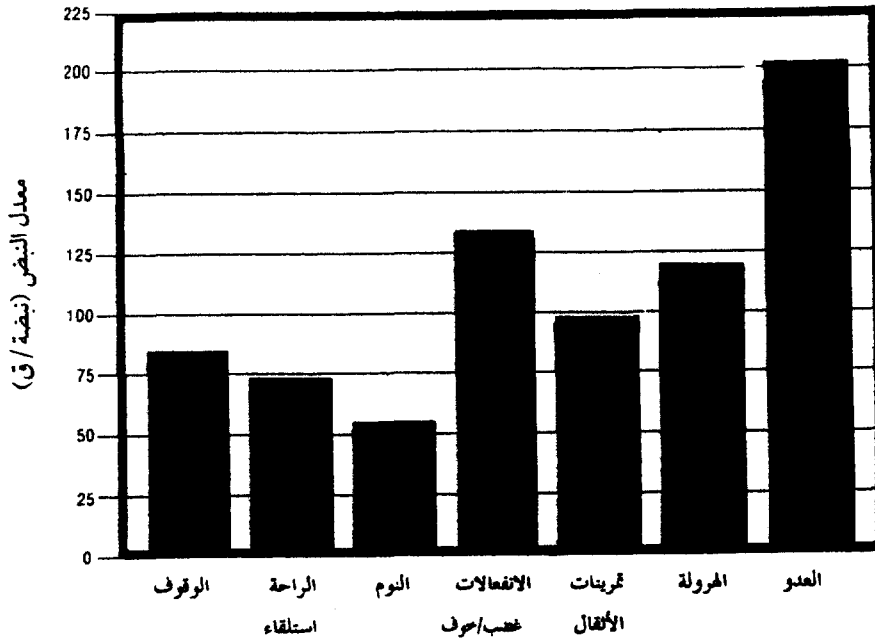
وتبعاً لتكرار عمليات التدريب الرياضى تزداد ألياف العضلة القلبية تمداً وقوة فى نفس الوقت وبالتالي تحدث الزيادة فى حجم القلب .

* تمدد ألياف عضلة القلب لدى الرياضيين سوف ينتج عنه اتساع تجاويف القلب (حجرات القلب) Heart Chambers بشكل عام واتساع البطينين بشكل خاص والمحصلة النهائية لذلك هى أيضاً زيادة حجم القلب .

* يتدرب الرياضيون تحت تأثير أحمال تدريبية تشكل ضغطاً Stress كبيراً على وظائف القلب، يصل فى بعض مستويات الحمل إلى ما يمثل تحدياً Chal-lenge حقيقياً لقدرات القلب القصوى، فجرعات التدريب التى قد تصل إلى ١٠ أو ١٢ جرعة فى الأسبوع بمعدل ساعة ونصف إلى ساعتين تقريباً فى الجرعة التدريبية الواحدة وأحجام التدريب التى قد تصل إلى ما يقارب من ٤٠ كيلو متراً فى برامج تدريب لاعبى المضمار يومياً، وشدات حمل التدريب والمنافسة التى تمكن اللاعب من تحطيم أرقاماً زمنية قياسية فى عدو أو سباحة المسافات القصيرة... وغيرها من أنواع الرياضات تستلزم زيادة فى قوة

انقباض عضلة القلب، ومحدث قوة الانقباض تلك نتيجة الزيادة المورفولوجية فى سمك ألياف عضلة القلب وخاصة البطينين .

* تمثل رياضات التحمل Endurance Sports (جرى الماراثون، اختراق الضاحية، سباحات جري المسافات الطويلة، سباقات الدراجات الطريقة والتجديف... وغيرها) نوعا خاصا من الجهد البدنى الذى يتميز بالتكرار لفترة طويلة من الوقت فى مواجهة مقاومات تتمثل فى (ثقل الجسم - تيارات الهواء والرياح - مقاومة الماء - مقاومة الاحتكاك بالأرض فى الدراجات ...). وقد يصل زمن الجهد المتواصل فى مثل تلك الرياضات إلى ما يزيد عن الساعة ويمتد إلى عدة ساعات وهذا يتطلب نوع من الكفاءة الخاصة لعضلة القلب تتكيف فيها للمتطلبات والأعباء البدنية بنوعى التغير: المورفولوجى والفسيولوجى على السواء .



شكل (٣٣)

استجابة معدل القلب لتأثيرات عوامل متنوعة

تأثير خصوصية التدريب على حجم القلب:

The Specificity of Training And It's Effect to The Heart Volume.

يؤثر مبدأ خصوصية التدريب الرياضى الذى سبق شرحه فى الفصل الاول من هذا الكتاب على حجم القلب لدى الرياضيين، فطبيعة تخصص اللاعب فى رياضة معينة ونوعية الإعداد البدنى والتدريب الخاص بتلك الرياضة ينعكس على بعض تغيرات حجم القلب لدى اللاعب، وهناك عدد من الحقائق التى توصل إليها العلماء والباحثون فى هذا المجال نذكر منها ما يلى:

١- يزيد حجم القلب لدى رياضى ألعاب التحمل (الرياضات الهوائية) أكثر من زيادته لدى لاعبي القوة أو السرعة أو القدرة العضلية، ويوضح جدول (١٧) نماذج من تقديرات حجم القلب لدى لاعبي بعض الرياضات المختلفة باستخدام طريقة التصوير بأشعة X.

٢- قد تتساوى أو تتقارب أحجام القلب لدى لاعبي رياضات القوة والسرعة والقدرة العضلية (ألعاب الوثب والقفز والرمى ورياضات المصارعة والملاكمة...) مع أحجام القلب لدى الأفراد الأصحاء من غير المدربين ممن هم فى نفس العمر والظروف.

٣- حتى داخل الفريق التدريبى الواحد لألعاب التحمل، توجد فروق فردية واختلافات فى حجم القلب ترجع إلى عدة عوامل من أهمها العمر التدريبى للاعب أى عدد السنوات التى قضاها فى ممارسة الرياضة التخصصية، كما أن الانتظام فى المرن والتدريب عامل مهم جدا يؤثر فى مقدار الاختلافات الفردية بين اللاعبين فيما يتعلق بحجم القلب.

٤- الرياضات التى يتميز أداء الجهد البدنى فيها بالإيقاعية Rhythmic أى الأداء بمعدل إيقاع منتظم وثابت تقريبا كالمشى والجري، والتبديل على الدراجة وحركات الشد Strok فى السباحة والتجديف، وتمرنات الرقص الهوائى Aerobic Dance وغيرها... تؤدي إلى زيادة حجم القلب بدرجة أكبر من غيرها من أنواع الرياضات التى لا تتميز بهذا العنصر (الإيقاعية).

تقديرات حجم القلب لدى لاعبي رياضات متنوعة

باستخدام التصوير بأشعة إكس X Ray

المدى Range	متوسط حجم القلب (مللي ML)	عدد اللاعبين عينة الدراسة	فئات الرياضيين Sports Categories
١٠٨٠ - ٤٩٠	٧٩٠	٦٧	الأفراد العاديين
٩٢٠ - ٦١٠	٧٨٢	٣٠	المصارعون ولاعبو الوثب
١١٣٠ - ٦٠٥	٨٧٦	٨٦	السباحون، لاعبو كرة القدم، ولاعبو التنس
١١٨٠ - ٦٤٥	٩٢٣	٦٦	لاعبو التزحلق، جرى المسافات الطويلة، والسباحون
٨٨٠ - ١٤٦٠	١١٠٤	١٨	لاعبو المستوى العالمي في الدراجات

نقلا عن «مك أردل، كاتش، كاتش» 1996, McArdle, Katch and Katch

٥- تكون زيادة حجم القلب لدى رياضيو التحمل - وفقا لطبيعة تدريباتهم - على حساب كل من: زيادة حجم تجاويف القلب وزيادة سمك جدار القلب في نفس الوقت.

٦- في حال حدوث زيادة في حجم القلب لدى رياضى ألعاب القوة والسرعة والقدرة العضلية - طبقا لخصوصية تدريباتهم - فإنها تكون في الغالب على حساب زيادة سمك جدران عضلة القلب أكثر من كونها على حساب زيادة حجم القلب ككل أو اتساع حجم غرف (تجاويف) القلب.

٧- الظاهرة الصحية لتأثير الرياضة على زيادة حجم القلب هي التي تتمثل في العلاقة الإيجابية بين زيادة حجم القلب ومقدار حجم الدفع القلبي - Cardi- ac Output وكذا العلاقة الإيجابية بين حجم القلب ومقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين $Vo_2 \max$ ويعتبر ذلك عاملا مميزا للقلب الرياضي عما هو يحدث بالنسبة للتضخم في حجم القلب.

ثالثا: استجابات حجم الدفع القلبي Cardiac Output Responsis

يعرف الدفع القلبي بأنه: «حجم الدم المدفوع من القلب فى الدقيقة الواحدة، ويتراوح مقداره لدى الأشخاص الأصحاء البالغين فى حالة الراحة ما بين ٥,٥ - ٥ لترات» ويرتبط حجم الدفع القلبي بمتغيرين أساسيين هما: حجم الضربة الواحدة للقلب، والمقصود بذلك حجم الدفع القلبي من القلب بواسطة البطين الأيسر فى كل ضربة، ويطلق عليه اختصارا مصطلح: حجم الضربة (SV) Strock Volume، والمتغير الثانى ذو العلاقة الوثيقة بالدفع القلبي هو معدل القلب (HR) Heart Rate الذى ذكرنا فيما سبق بأنه يبلغ فى المتوسط مقدار ٧٢ نبضة/ق، ويتراوح ما بين ٧٠ - ٧٥ نبضة/ق لدى الأشخاص الأصحاء البالغين فى حالة الراحة.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن حجم الضربة SV فى الظروف العادية يكون فيما بين ٦٠ - ٨٠ مليلترا بمتوسط مقداره ٧٠ مليلترا، وبحسب ناتج القلب أو حجم الدفع القلبي بواسطة المعادلة التالية:

$$CO = SV \times HR$$

حجم الدفع القلبي = حجم الضربة × معدل القلب

وعلى سبيل المثال: إذا كان حجم الضربة SV = ٧٢ مليلترا، وبلغ معدل القلب ٧٠ نبضة/ق، فإن حجم الدفع القلبي Q يحسب فى هذه الحالة كالتالى:

$$\text{حجم الدفع القلبي } Q = \text{حجم الضربة } SV \times \text{معدل القلب } HR$$

$$= ٧٢ \times ٧٠ = ٥٠٤٠ \text{ مليلترا (٥ لترات تقريبا)}$$

اختلافات حجم الدفع القلبي بين الرياضيين وغير الرياضيين:

فى الظروف العادية وفى حالة الراحة لا يكون هناك اختلاف يذكر فى حجم الدفع القلبي بين الرياضيين وأقرانهم من غير الرياضيين، إلا أن تلك الفروق تبدو واضحة بدرجة كبيرة عند أداء الجهد البدنى، وكلما زادت شدة الحمل زاد التفاوت فى

حجم الدفع القلبي، ويكون ذلك - بلا شك - لصالح الرياضيين، وهذا الفرق الواضح يكون على حساب حجم الضربة SV أكثر من كونه على حساب معدل القلب HR.

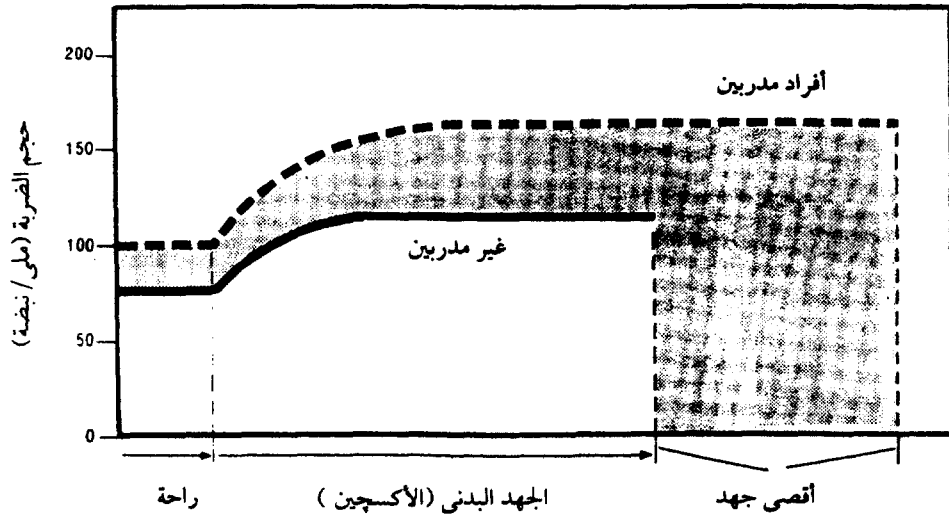
يشير «باورز، وهولي» Powers & Howley, 2001 إلى أنه من خلال عدد من الدراسات التي أجريت على الطلاب الجامعيين من الجنسين لمقارنة تغيرات الدفع القلبي لغير الرياضيين وأقرانهم من لاعبي رياضات التحمل عند أداء جهد بدني أقصى، بلغ متوسط حجم ضربة القلب ١١٠ مليلتر لدى غير الرياضيين من الذكور، في حين بلغ المتوسط نحو ١٨٠ مليلترا لدى أقرانهم من لاعبي رياضات التحمل، إلا أن معدل القلب عند نفس المستوى من الجهد كان بمتوسط ٢٠٠ نبضة/ق لدى غير المدربين، وكان لدى المدربين بمتوسط ١٩٠ نبضة/ق، ويستخلص من ذلك بأن حجم الدفع القلبي عند مستوى الحمل الأقصى وفقا لنتائج هذه الدراسات قد يشير إلى نحو ٢٢ لتر/ق لدى غير الرياضيين من الذكور، في حين قد يصل إلى نحو ٣٤ لتر/ق لدى رياضي ألعاب التحمل من الطلاب الجامعيين، ويعرض جدول (١٨) تفصيلا لمجمل نتائج عدد من الدراسات فيما يتعلق بهذا الموضوع، إلا أنه بشكل عام فإن حجم الدفع القلبي عند مستوى الجهد الأقصى يتراوح بين ١٥ - ٢٠ لتر/ق لدى غير الرياضيين، ويكون في حدود ٢٥ - ٣٥ لتر/ق لدى الرياضيين، وفي نطاق محدود للغاية قد يصل الحجم إلى أكبر من ذلك، حيث أوضح «شيفر» Shaver, 1981 بأنه عند مستوى التدريب الأقصى قد يبلغ حجم الدفع القلبي لدى الرياضيين مقدار ٤٠ لتر/ق.

قيم حجم الضربة SV ومعدل القلب HR وحجم الدفع القلبي Q
فى حالتى: الراحة والمجهود الأقصى للرياضيين وغير الرياضيين

الحالة State	العينة Subject	معدل القلب HR نبضة/ق	حجم الضربة SV مليتر/ق	الدفع القلبي Q لتر/ق
راحة Rest	ذكور غير رياضيين	٧٢	٧٠	٥,٠٠
	إناث غير رياضيات	٧٥	٦٠	٤,٥٠
	ذكور رياضيون	٥٠	١٠٠	٥,٠٠
	إناث رياضيات	٥٥	٨٠	٤,٥٠
أقصى جهد Maximum Exercise	ذكور غير رياضيين	٢٠٠	١١٠	٢٢,٠
	إناث غير رياضيات	٢٠٠	٩٠	١٨,٠
	ذكور رياضيون	١٩٠	١٨٠	٣٤,٢
	إناث رياضيات	١٩٠	١٢٥	٢٣,٩

نقلا عن: «باورز، وهولى». Powers & Howley, 2001, p 187.

المصادر: مجموعة من الدراسات التى أجريت على الطلاب الجامعيين من لاعبي رياضات التحمل وأقرانهم غير المدربين، متوسط وزن الجسم BW للذكور ٧٠ كجم والإناث ٥٠ كجم.



شكل (٣٤)

الفروق في حجم ضربة القلب SV بين الأفراد المدربين وغير المدربين



شكل (٣٥)

حجم الدفع القلبي لعينة من الرياضيين وغير الرياضيين أثناء التدريب

(عن: شيفر 1981 Shaver)

الإجراءات العملية لقياس معدل النبض:

يمكن الإحساس بالنبض على أى سطح من الأسطح التى تمر بها الشرايين ملاصقة لها لقياس سرعة النبض، يمكن حسابه عن طريق الشريان العضدى (الملاص للسطح الداخلى نسبيا للعضد) وعلى أسطح الشريان الصدغى، وشريان الرقبة (السباتى) Carotid Artery، وكذا على شريان القدم عند الرسغ من الداخل وشريان وجه القدم، كما يمكن حساب النبض وقياسه عن طريق قمة القلب، حيث ترتفع تجاه القفص الصدرى، ويكون ذلك واضحا بعد أداء المجهود الرياضى.

وفى الغالب تقاس سرعة النبض عند الشريان الكعبرى Radial Artery (الناحية الوحشية للساعد مباشرة فى المنطقة الأعلى من رسغ اليد) والملاص للنهاية العريضة للعظم الكعبرى، وملاص يد المختبر للفحوص فى هذه المنطقة تتيح له الفرصة لقياس عدد مرات النبض لفترة زمنية محددة (١٠ ثوان - ٣٠ ثانية - دقيقة) ومعدل النبض يحسب دائما فى الدقيقة.

ويقاس النبض فى الحالة العادية (الراحة) بعد إجراء الأسئلة الطبيعية عن الحالة العامة للفرد.. هل يشعر بمرض أو تعب أو إرهاق.. وعند الانتهاء من ذلك يتم قياس النبض من فوق الشريان الكعبرى لمدة (١٠ ثوان) مع تكرار القياس ٦ مرات حتى يتم حساب مرات النبض فى الدقيقة وفى نفس الوقت يعرف مدى انتظام النبض، ويعتبر النبض منتظما إذا كان عدد النبضات فى كل (١٠ ثوان) من مرات التكرار لم يختلف عن بعضها بزيادة نبضة واحدة، ومثال ذلك:

النبض تم قياسه ٦ مرات $10 \times$ ثوان وكانت القياسات كما يلى:

(١٠ ، ١٠ ، ١١ ، ١٠ ، ١٠ ، ١٠) نبضة

أما عدم انتظام النبض فهو التذبذب الزائد لعدد مرات النبض فى فترة الـ (١٠ ثوان)، وعلى سبيل المثال:

(٩ ، ١٢ ، ١٠ ، ١٣ ، ١١ ، ٨) نبضة.

وهناك طرق عدة لحساب سرعة النبض، ومنها قياسه لمدة ١٥ ثانية وضرب الناتج $\times 4$ أو قياسه لمدة ٦ ثوان وضرب الناتج $\times 10$.



(ب)



(أ)

شكل (٣٦)

طريقة قياس معدل النبض

شكل (أ) من الشريان السباتي Carotid Artery

الشكل (ب) ومن الشريان الكعبري للساعد Radial Artery

تطبيقات قياس ضغط الدم:

يستخدم جهاز السفيجمومانوميتر شكل (٣٧) في قياس ضغط الدم، ويتكون الجهاز من كيس مطاط يتصل بمضخة يدوية صغيرة مع صمام لتخفيف خروج الهواء ومؤشر يعبر عن مقدار الضغط.



شكل (٣٧)

طريقة قياس ضغط الدم

ولقياس ضغط الدم يلف الكيس المطاط حول ذراع الطالب من فوق الكوع، ويدفع الهواء بالمضخة اليدوية، ثم توضع السماعة على الجلد عند الشريان العضدى لسمع النبض حتى يختفى صوته تماما، وبواسطة الصمام يتم إخراج الهواء بالتدريب ويبطئ من الكيس المطاط حتى يسمع أول صوت مميز، وذلك نتيجة اندفاع الدم، وفي نفس الوقت تلاحظ قراءة المؤشر، ويكون هذا هو الضغط الانقباضى ويستمر فى خروج الهواء من الكيس المطاط إلى أن يختفى الصوت من السماعة. وفي هذه اللحظة تدل القراءة على أقل ضغط فى الشريان وهو يعادل الضغط الانبساطى.

تطبيقات تقدير حجم الدفع القلبي:

أولا: تقدير حجم الدفع القلبي بدلالة قياسات ضغط الدم:

يمكن تقدير حجم الدفع القلبي باستخدام أحد الطرق المبسطة والتي تعتمد على نتائج قياسات ضغط الدم الانقباضى SBP وضغط الدم الانبساطى DBP وفق الإجراءات التالية:

- ١ - يتم تسجيل عمر الشخص بالسنوات.
- ٢ - تسجيل قياسات ضغط الدم الانقباضى والانبساطى.
- ٣ - يحسب تقديرا حجم ضربة القلب SV من خلال معادلة «ستار» Starr التى أوردها «أبو العلا عبد الفتاح ومحمد صبحى حسانين» ١٩٩٧م عن «ستار» وآخرين ١٩٥٤. Starr et al.

$$\text{حجم الضربة (سم}^3\text{)} = 100 + 0,5 (\text{ضغط الدم الانقباضى} - \text{ضغط الدم الانبساطى}) - [6, 0 (\text{الضغط الانبساطى}) - 6, 0 (\text{العمر بالسنوات})].$$

٤ - يحسب حجم الدفع القلبي من خلال المعادلة المعروفة:

$$\text{حجم الدفع القلبي CO} = \text{حجم الضربة} \times \text{معدل النبض فى الدقيقة}$$

وعلى ذلك نذكر المثال التالى:

ព្រះគម្ពីរ គ្រប់៖

يذكر أنكم أدول ، كاتشي ، كاتشي ١٩٩٦ أنه تمكنت من تحقيق تقدمية كبيرة في المفاوضات الطويلة الطويلة
التي كانت Total Peripheral Resistance حساب ذلك من خلال الكلية

၁၈၈၈ ခုနှစ် ဇူလိုင်လ ၁၀ ရက်နေ့

٢٠٠٠ (٢٠٠٠) = ٨٠٠ × ٢٠٠٠ (٢٠٠٠) = ٨٠٠ × ٢٠٠٠

မိုးနက်သော နံနက်

بمختار من كتابه في بيان ما كان عليه حال المسلمين في زمانه من الفقر والفاقة والضعف والذل والافتقار إلى يد غيره في كل شيء من أمور الدنيا والآخرة

[illegible]

$$= \Delta V \times V_0 = 23 \cdot 0 \text{ မီလီမီတာ} = 0 \text{ မီလီမီတာ}$$

$$\therefore \text{معدل النبض} \times \text{معدل الضربة} = \text{حجم الدم} = \text{حجم القلب} = \text{حجم الدم} = \text{حجم الدم}$$

$$= \Delta V \cdot \frac{1}{\rho}$$

= 21 - 22

$$= \dots + (\dots) - [V3 - 01]$$

$$= \dots + (0' \cdot x \cdot 3) - [(2' \cdot x \cdot 5) - (2' \cdot x \cdot 0)]$$

10) (جاء بكسر الجيم)

$$|R_{\text{တံဘို}}) - [L' \cdot (||\text{ပုဒ်} R_{\text{တံဘို}}) - L'.$$

الم - جيب - جيب - جيب = 0,0 + 1,0 = (الم) (الم) (الم) (الم)

الحمد لله الذي هدانا لهذا
 ما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله

(مستند الامانة) ج ١، ص ٢٠

[illegible]

॥८॥

وَمِنْهُمْ مَن يَخُصُّكَ فِي شَيْءٍ مِّنْهُ

فسيولوجية وتركيب الدم:

الدم سائل أحمر لزج، كثافته تبلغ (٣-٤) أضعاف كثافة الماء وحجمه فى جسم الإنسان يمثل حوالى ٨٪ من إجمالى الوزن، أى ما يقرب من مقدار ٥,٥ لتر فى جسم الإنسان البالغ الذى يزن ٧٠ كيلوجرام، والدم يعتبر نوع خاص من الأنسجة الضامة أو الرابطة Connective tissues فهو عبارة عن سائل (البلازما) الذى تسبح فيه خلايا الدم (الكريات والصفائح الدموية) التى تمثل خلايا هذا النسيج، إلا أن الدم يعتبر أكثر أنسجة الجسم ديناميكية وحركة عبر أجزاء الجسم المختلفة ومن خلال الأوعية الدموية المتعددة، ولذا يعرف الدم بالنسيج السائل أو النسيج الوعائى، ولا يحتوى الدم على أى نوع من الألياف.

تركيب الدم Blood Component:

يتركب الدم من جزأين أساسيين هما:

١- البلازما: Plasma

وهى سائل شفاف يميل إلى اللون الأصفر الفاتح، وتمثل البلازما ما نسبة ٥٥٪ من حجم الدم أى حوالى ثلاثة لترات تقريبا.

٢- كرات الدم: Blood Corpuscles

وهى عبارة عن خلايا دموية فى شكل كريات تسبح فى بلازما الدم وتمثل نسبة ٤٥٪ من تركيب الدم، أى ما يقارب حوالى لترين ونصف اللتر، وتشتمل على كرات الدم الحمراء وكرات الدم البيضاء والصفائح الدموية.

تركيب بلازما الدم:

يعتبر الماء هو المكون الرئيسى لبلازما الدم حيث يمثل نسبة ٩٠٪ من تركيب البلازما، والنسبة الباقية ١٠٪ تقريبا هى عبارة عن مواد ذائبة فى البلازما وتمثل فى:

- ١- بروتينات البلازما Plasma proteins وتمثل النسبة الغالبة من المواد الذائبة فى البلازما (٧٠٪) وتشتمل على أربعة أنواع من البروتينات هى:

أ- الألبومين Albumin وهو نوع من البروتين يمكن للجسم استخدامه كغذاء في حالة التعرض للجوع الشديد، كما يقوم بنقل بعض المواد مثل الكالسيوم.

ب- الجلوبيولين Globulins و ينقسم فرعيا إلى ثلاثة أنواع هي «جلوبيولين ألفا» ويقوم بنقل بعض المواد مثل هرموني الكورتيزون والثيروكسين وفيتامين B12، «جلوبيولين بيتا» ويقوم بنقل الكوليسترول والدهون والفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون مثل A,D,K، والنوع الثالث هو «جلوبيولين جاما» ويشتمل على أجسام مضادة خاصة بجهاز المناعة في الجسم Antibodies.

٢- المواد الغذائية والهرمونات والمواد المضادة: (٢٪ من حجم البلازما) ويشتمل هذا القسم من تركيب البلازما على سكر الجلوكوز Glucose والأحماض الأمينية Amino Acids والمواد الدهنية Lipids والأحماض الدهنية Fatty Acids والهرمونات Hormones وبعض الأنزيمات Enzymes والفيتامينات Vitamins كما تحتوى البلازما على بعض الفضلات مثل البولينا Urea وحامض البوليك Uric Acid والنوشادر Amonia ويمثل الجدول التالي بعض قيم تركيب البلازما من هذه المكونات:

جدول (١٩)

الحدود الطبيعية لقيم بعض مكونات البلازما

٢	نوع المادة	النسبة المئوية لتكوينها في البلازما
١	سكر الجلوكوز Glucose	١٠٠ ملليجرام ٪ في حالة الصيام تزيد قليلا بعد تناول الطعام
٢	دهون متعادلة Neutral Fats	١٥٠ ملليجرام ٪ وهي دهون ناتجة عن اتحاد الجليسرون بالأحماض الدهنية
٣	كوليسترول Cholesterol	١٥٠ - ٢٥٠ ملليجرام ٪
٤	بولينا Urea	٢٠ - ٤٠ ملليجرام ٪
٥	حامض البوليك Uric Acid	٣ - ٧,٥ ملليجرام ٪
٦	النوشادر Amonia	٠,٠٤ - ٠,٠٧ ملليجرام ٪

٣ - الأملاح والغازات: Salts & Gases (١ %): بالنسبة للغازات يبلغ ضغط الأكسجين الذائب في بلازما الدم الشرياني ١٠٠ ملليمتر زئبق وضغط ثاني أكسيد الكربون ٤٠ ملليمتر زئبق وينخفض ضغط الأكسجين الوريدي في البلازما إلى ٤٠ ملليمتر زئبق، حيث يتوزع على أنسجة الدم ويزداد ضغط ثاني أكسيد الكربون إلى ٤٦ ملليمتر زئبق، أما بالنسبة للأملاح، فتمثل الأملاح غير العضوية النسبة الغالبة على ذلك وهي تشمل أملاح الصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم والمغنسيوم والفوسفور.

وظائف البلازما:

- ١- تساعد في المحافظة على حجم وضغط الدم.
- ٢- تساهم في تنظيم الأس الهيدروجيني للدم pH.
- ٣- تساعد في مناعة ومقاومة الجسم للمرض.
- ٤- تساعد على تكوين الجلطة الدموية.
- ٥- تمثل جزءا من لزوجة الدم.
- ٦- تمثل احتياطي للبروتين الذي يلجأ إليه الجسم في حالة المجاعة (الجوع الشديد).
- ٧- تقوم بوظيفة حمل ونقل الهرمونات والفيتامينات والغازات.
- ٨- تساهم في تنظيم الضغط الأسموزي للدم.

وظائف الدم:

وظائف الدم تعني وظائف مجمل مكوناته من البلازما والخلايا أو الكرات الدموية وتتلخص أهم وظائف الدم فيما يلي:

- ١- وظيفة التنفس: حيث يقوم الدم بإمداد أنسجة الجسم المختلفة بالأكسجين الداخل إلى الرئتين عبر هواء الشهيق، كما يقوم بتخليص الجسم من ثاني

أكسيد الكربون الناتج عن احتراق الغذاء فى الخلايا بواسطة نقله إلى الرئتين لطرحه مع هواء الزفير.

٢- وظيفة المناعة والدفاع: تحتوى البلازما على أجسام مضادة سبق تجهيزها لمجابهة العدوى بالجراثيم المختلفة، كما تقوم كرات الدم البيضاء بأنواعها المختلفة بالتعامل مع الجراثيم والتخلص منها أو تكوين أجسام مضادة لها، وتساعد تلك الوظائف على وقاية الجسم من الأمراض وتوفير وسائل المناعة الطبيعية اللازمة لذلك.

٣- وظيفة التخلص من الفضلات: يقوم الدم بحمل فضلات الخلايا - القابلة للذوبان فى الماء - مثل البولينا وحامض البوليك وينقلها إلى أعضاء الإخراج مثل الكليتين والغدد العرقية للتخلص منها فى البول والعرق، كما يقوم الدم بحمل الفضلات الغازية إلى الرئتين لتطرح عبر هواء الزفير.

٤- وظيفة المحافظة على نسبة الماء فى الجسم: هناك كمية من الماء تدخل الجسم عن طريق الطعام والشراب، وكمية أخرى تطرح من الجسم عن طريق البول أو العرق أو هواء الزفير، وعلى الرغم من ذلك تبقى نسبة الماء فى الجسم ثابتة حيث يقوم الدم بنقل الماء الوارد إلى الخلايا ونقل الماء الزائد عن حاجة الخلايا إلى أعضاء الإخراج للتخلص منه، ومن ثم تبقى نسبة الماء ثابتة فى الجسم.

٥- تنظيم وظائف أعضاء الجسم ودرجة الحرارة: يقوم الدم بنقل الهرمونات التى تفرزها الغدد الصماء بالجسم، وكذلك نقل الأنزيمات وهى العوامل المساعدة على حدوث التفاعلات الكيميائية من موقع إلى آخر فى الجسم، حيث تلعب الهرمونات والأنزيمات دوراً حيوياً فى غاية الأهمية بالنسبة لوظائف الجسم الحيوية.

وحيث يحتوى الدم على نسبة كبيرة من الماء (٩٠٪) من تركيب البلازما) ويتميز بخصائص فريدة فى التعامل مع الحرارة حيث يحمل الحرارة التى يكتسبها من الأنسجة النشطة الدافئة فىعمل على تبريدها، ويخزن تلك الحرارة لينقلها إلى الأنسجة الباردة فىعمل على تدفئتها، وعندما ترتفع حرارة الأنسجة لدرجة كبيرة يتبخر جزء من الماء ويخرج عبر مسام سطح الجلد فى

شكل عرق أو فى شكل بخار الماء الذى يخرج فى هواء الزفير ناقلا معه بعضا من حرارة الجسم، ومن ثم تظل درجة حرارة الجسم ثابتة تقريبا.

٦- وظيفة نقل الغذاء: بعد هضم وامتصاص الغذاء فى الجهاز الهضمى يقوم الدم بنقل الغذاء فى صورته النهائية إلى أجزاء الجسم المختلفة، كما يمكن للجسم اللجوء إلى استخدام بعض بروتينات بلازما الدم مثل الألبومين كغذاء فى حالة الجوع ويقوم الكبد بتعويض هذه الكمية مرة أخرى بعد تناول الطعام.

كرات (خلايا الدم) الحمراء: Red Blood Cells

هى عبارة عن خلايا أو أقراص مستديرة مقعرة السطحين مغلفة بجدار رقيق يحفظ محتوياتها التى تضم نسبة عالية جدا من صبغة تنفسية حمراء وهى «الهيموجلوبين» Hemoglobin مما يعطى الكرة لونها الأحمر المميز، وللهموجلوبين خاصية ووظيفية ضرورية جدا وهى نقل الأكسجين وثانى أكسيد الكربون من الرئتين وخلايا الجسم.

يبلغ عدد كرات الدم الحمراء حوالى ٥,٥ مليون فى المليمتر المكعب من الدم لدى الرجال، وتصل القيمة إلى حوالى ٤,٨ مليون فى المليمتر المكعب الواحد لدى النساء، وعمر كرات الدم الحمراء حوالى ١٢٠ يوما تموت وتتلف بعد ذلك ويتجدد غيرها باستمرار فى الدم، وعندما يقل عدد كرات الدم الحمراء عن ٤,٥ مليم / مم^٣ للرجال أو ٤ مليون / مم^٣ للنساء فإن ذلك يعنى التعرض لفقر الدم أو الأنيميا Anemia.

تلخص الوظيفة الرئيسية لكرات الدم الحمراء فى نقل غازات التنفس حيث تقوم بنقل جميع الأكسجين تقريبا من الرئتين إلى خلايا الجسم، كما تقوم بنقل حوالى ثلث ثانى أكسيد الكربون من أنسجة الجسم المتعددة إلى الرئتين للتخلص منه، كما تشكل كرات الدم الحمراء جزءا من لزوجة الدم، وكما ذكرنا فإن الهيموجلوبين يلعب دورا كبيرا فى الوظائف التنفسية وعملية نقل الغازات مما يعضد الوظيفة الرئيسية لكرات الدم الحمراء، وتبلغ نسبة تركيز الهيموجلوبين فى الدم لدى الرجال ما بين ١٢-١٨ جرام % بمتوسط قدره ١٥ جراما % وللنساء ما بين ١١-١٦ جراما % وتزيد النسبة لدى الأطفال حديثى الولادة فتصل ما بين ١٦-١٩ جراما % ويحمل الجرام الواحد من الهيموجلوبين حوالى ١,٣٤ مليلتر أكسجين فى المتوسط، وحيث يكون متوسط تركيز

الهيموجلوبين في دم الرجال مثلاً ١٥ جراماً ٪ لذا يكون حساب قدرة استيعاب الهيموجلوبين للأكسجين في كل ١٠٠ مليلتر من الدم = ١,٣٤ مليلتر $\times 10 = 13.4$ مليلتر ٢٠. مليلترا أكسجين، وهذا ما يطلق عليه مصطلح: سعة الدم الأكسجينية.

جدول (٢٠)

مقارنة الحدود الطبيعية لبعض مكونات الدم لدى الذكور والإناث

الحدود الطبيعية Ranges			مكونات الدم
الذكور Male	المتوسط Main	الإناث Female	
٦,٥ - ٤,٥		٥,٦ - ٣,٩	عدد كريات الدم الحمراء (x ١٢١٠ لكل لتر)
	١١-٤		عدد كريات الدم البيضاء (x ٩١٠ لكل لتر)
	٤٥٠-١٥٠		عدد الصفائح الدموية (x ٩١٠ لكل لتر)
١٧,٥ - ١٣,٥		١٥,٥ - ١١,٥	الهيموجلوبين (جرام لكل ١٠٠ مليلتر من الدم)
٥٢-٤٠		٤٨-٣٦	الهيماتوكريت (٪)
٨,٩ - ٤,٠		٧,٨ - ٢,٣	حمض اليوريك (ملليجرام لكل ١٠٠ مليلتر من الدم)
	١٥٠ - ١٣٥		الصوديوم
	٥,٥ - ٣,٥		البوتاسيوم
	١١٠ - ٩٨		الكلورايد
	١٠,٥ - ٨,٥		الكالسيوم (ملليجرام لكل ١٠٠ مليلتر من الدم)
	٤,٥ - ٢,٥		الفوسفور (ملليجرام لكل ١٠٠ مليلتر من الدم)
	١١٤-٦٠		تركيز الجلوكوز بعد الصيام (ملليجرام لكل ١٠٠ مليلتر دم)
	٥,٥ - ٣,٠		الالبومين (جرام لكل ١٠٠ مليلتر من الدم)
	٤,٠ - ٢,٠		الجلوبولين (جرام لكل ١٠٠ مليلتر من الدم)
	٢,٢ - ١,٠		معدل الألبومين على الجلوبولين
١٩٠-٤٠		١٨٠-٣٥	كمية الحديد الكلية
	٨,٥ - ٦,٠		البروتين الكلى (جرام لكل ١٠٠ مليلتر من الدم)

كرات (خلايا الدم) البيضاء: White Blood Cells

هى عبارة عن خلايا عديمة اللون ليس لها شكل ثابت، تعرف أيضا باسم Leucocytes ويتراوح عددها ما بين (٦ - ١٠ آلاف) كرة بيضاء فى المليمتر المكعب الواحد من الدم، بمتوسط قدره ثمانية آلاف خلية، وتنقسم كرات الدم البيضاء إلى نوعين رئيسيين هما: الخلايا الحبيبية Granulocytes والخلايا غير الحبيبية Agranulocytes.

الصفائح الدموية: Blood Platelets Thrombocytes

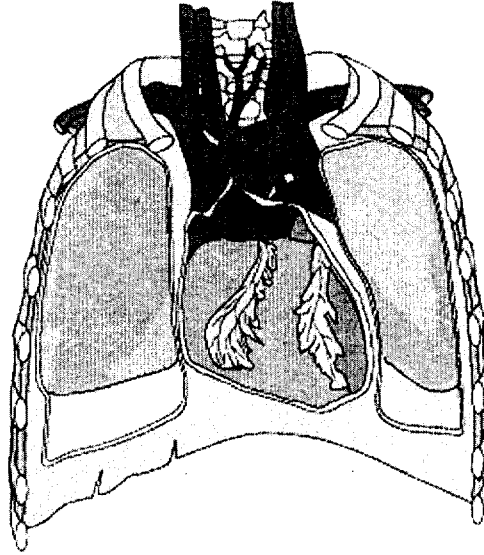
هى أجسام متناهية فى الصغر، ليس لها نواة، ويصعب رؤيتها بواسطة المجهر العادى، يبلغ عددها نحو ٥٠٠,٠٠٠ خمسمائة ألف فى المليمتر المكعب الواحد من الدم، ولها علاقة مباشرة فى حدوث تجلط الدم وإيقاف النزيف فى حالة الجروح.

الفصل التاسع

العمليات التنفسية

والجهد البدني

The Respiratory Process and The Physical Effort



مقدمة:

يقصد بعملية التنفس Respiration تلك العملية التي يحدث فيها تبادل الغازات بين الكائن الحى والجو المحيط به، يتم هذا التبادل الغازى ليحصل الجسم على الأكسجين O_2 ويتخلص من ثانى أكسيد الكربون CO_2 وفى الإنسان تشمل عملية التنفس ثلاثة جوانب رئيسية هى:

١- التنفس الخارجى: External Respiration

ويتضمن مرور الأكسجين من الهواء إلى الحويصلات الهوائية فى الرئتين ومن ثم إلى الدم عن طريق تبادل الغازات فى الشعيرات الدموية للرئتين، حيث تتخلص الشعيرات الدموية من ثانى أكسيد الكربون وتحصل على أكسجين الهواء الخارجى.

٢- التنفس الداخلى: Internal Respiration

ويقصد به مرور وانتقال الأكسجين من الدم إلى أنسجة الجسم المختلفة، ولذا يطلق على هذه العملية أيضا مسمى نقل غازات التنفس Transport of Respiratory Gases.

٣- التنفس الخلوى: Cellular Respiratory

وبواسطته يتم الاستغلال الحقيقى للأكسجين فى خلايا الجسم وتحرير الطاقة اللازمة لنشاط وظائف الجسم من خلال عملية تبادل الغازات بين الدم والخلايا حيث تحصل خلايا الجسم على الأكسجين وينتقل ثانى أكسيد الكربون من الخلايا إلى الدم، وتسمى على هذه العملية أحيانا «التأكسد الحياتى» Biological Oxidation.

الجهاز التنفسى: Respiratory System

يتكون الجهاز التنفسى من جزئين رئيسيين هما:

- ١- الجزء الموصل للهواء: ويشمل الأنف أو الفم، البلعوم Pharynx، الحنجرة Larynx فالقصبة الهوائية Trache ثم الشعبتين الهوائيتين الرئيسيتين Bronchus اليمنى واليسرى.

٢- جزء تبادل الغازات: وهو الجزء الذى يتم فيه تبادل الغازات بين الهواء الجوى والدم، وهذا الجزء يمثل ٩٠٪ من أنسجة الرئتين ويشتمل على الشعبات الهوائية Bronchioles والخويصلات الهوائية Alveolar Ducts التى تحاط بشبكة من الشعيرات الدموية وتحدث فيها عملية تبادل الغازات.

ويشتمل تركيب الجهاز التنفسى فضلا عن الجزئين السابقين (الجزء الموصل وجزء تبادل الغازات) على عضلات التنفس وأهمها العضلات التى توجد ما بين ضلوع القفص الصدرى Intercostal Muscles والتى تعمل على اتساع وضيق حجم القفص الصدرى خلال عملية التنفس، كما يدخل فى تركيب الجهاز التنفسى الأعصاب التى تصل إليه من الجهاز العصبى الذاتى أو التلقائى ومن أهمها العصب السمبثاوى Sympathic الذى يؤدى تنبيهه إلى توسيع الشعب الهوائية وضيق خفيف فى الشرايين الرئوية، والعصب جار السمبثاوى Parasympathic الذى يعرف بالعصب الحائر، ويؤدى تنبيهه إلى حدوث ضيق فى الشعب الهوائية وزيادة فى إفراز الخلايا المخاطية.

آلية (ميكانيكية) التنفس، Mechanism of Respiration

تتضمن عملية التنفس آليتين أساسيتين هما: آلية الشهيق Mechanism of In-spiration وفيها يتسع الصدر وتمدد الرئتان ويندفع الهواء من الخارج ليملا الرئتين، وآلية الزفير Mechanism of Expiration وفيها يعود الصدر والرئتان إلى حجمهما الطبيعى ويطرد الهواء إلى الخارج، وتتم هاتان العمليتان بواسطة نوعين من الحركة هما: حركة الضلوع وحركة الحجاب الحاجز، ولذا فإنه يمكننا تمييز نوعين من التنفس هما:

أ- التنفس الجوفى (البطنى): أو فيما يطلق عليه تنفس الحجاب الحاجز Dia-phrag Matic Breathing وهو التنفس الذى يلاحظ أثناء حدوثه ظهور حركة واضحة للبطن فيبرز جدار البطن للأمام ثم يرتد للخلف فى حالة الوقوف أو يبرز لأعلى ثم ينخفض لأسفل فى وضع الرقود، وهذا التنفس يعتمد على حركة الحجاب الحاجز فقط ويأخذ الشكل الهادئ، ولذا فإننا نعتمد على هذا النوع من التنفس أثناء النوم أو الراحة.

ب- التنفس الضلعى: Costal Breathing وهو نوع التنفس الذى يحدث عند القيام بالحركة أو المجهود البدنى، وفيه تتم عملية التنفس بمشاركة عضلات ما بين الضلوع للحركة التى تقوم بها عضلة الحجاب الحاجز.

يمكن توصيف مستويات عملية التنفس من خلال عدد من المتغيرات المرتبطة بكفاءة عمل الجهاز التنفسي، حيث يمكن قياس سرعة حركات التنفس (عددتها في الدقيقة الواحدة) وكذلك يمكن تقدير ضخامتها أو قوتها Amplitude ويستعمل العلماء مجموعة من المصطلحات لوصف مستويات التنفس من أهمها ما يلي:

- ١- حالة التنفس الطبيعي والهاديء وتسمى «يوبنيا» Eupnea وفيها لا نشعر بأننا نبذل جهدا لحدوث عملية التنفس، وتعتمد هذه الحالة غالبا على استخدام عضلات الحجاب الحاجز فقط.
- ٢- حالة التنفس الشاق المجهد Labourd Breathing ويكون التنفس السائد في هذه الحالة هو التنفس بالضلوع، وتسمى هذه الحالة «ديسبنيا» Dyspnea.
- ٣- حالة التنفس التي يطلق عليها «هيبربنيا» Hyperpena وهي حالة من التنفس تزيد فيها سرعة الحركات التنفسية أو أحجامها أو الاثنين معا.
- ٤- حالة «بوليبنيا» Polypena وهي الحالة التي يكون فيها التنفس سريعا ولكنه غير عميق مثلما يحدث عندما نلهث Panting.
- ٥- الحالة التي يطلق عليها «أبنيا» Apnea ويقصد بها توقف التنفس وتحدث عند الغرق أو تحت تأثير المخدر، وفي مثل هذه الحالات لا بد من اللجوء إلى استخدام عمليات التنفس الاصطناعي حتى يمكن إعادة الحركات التنفسية للفرد.

مؤشرات لياقة الجهاز التنفسي للأشخاص الأصحاء البالغين:

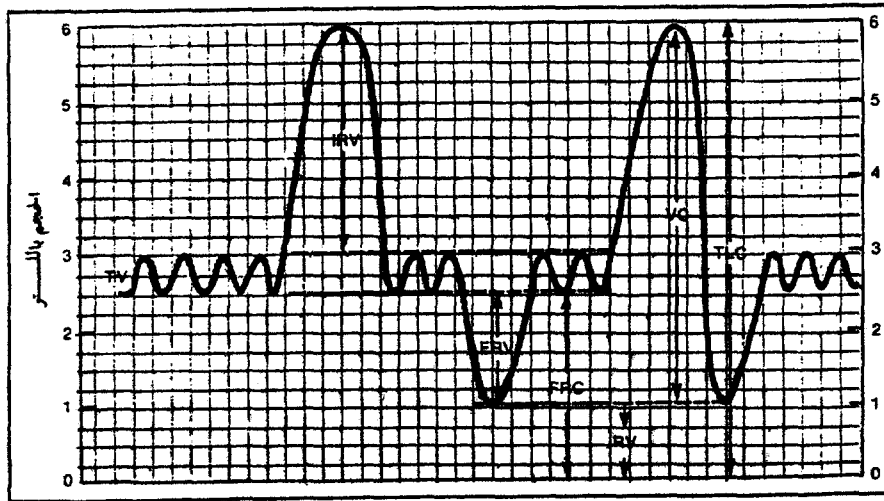
هناك عدد كبير من المؤشرات الفسيولوجية التي تعبر عن مدى لياقة الجهاز التنفسي، من حيث قوة عضلات التنفس ومرونة الرئتين والقفص الصدري وكفاءتها الميكانيكية فضلا عن كفاءة عملية التبادل الغازي، وعادة يستخدم جهاز قياس الوظائف التنفسية الذي يطلق عليه اسم «سبيروميتر» Spirometer في الكشف عن العديد من جوانب لياقة الجهاز التنفسي، وعلى الرغم من أن معظم أجهزة قياس الوظائف التنفسية تستخدم للكشف عن جوانب القصور في وظائف الجهاز التنفسي والأمراض الرئوية عامة ومقدار التحسن في هذه الوظائف تحت تأثير العلاجات الطبية، إلا أنها تستخدم أيضا

على نطاق واسع فى دراسة تأثيرات الجهد البدنى على الوظائف التنفسية سواء بالنسبة للأفراد العاديين أو الرياضيين للتعرف على مقدار تأثيرات الاستجابة Response للجهد المبذول، أو التعرف على مستوى لياقة اللاعبين نتيجة عمليات تأقلم وتكيف Adapta- tion ووظائف الجهاز التنفسى لعمليات التدريب الرياضى المنتظم.

ومن أهم المتغيرات الفسيولوجية التى تستخدم للكشف عن مقدار لياقة الجهاز التنفسى ما يلى:

١- معدل التنفس: Breathing Rate ويعنى عدد مرات التنفس فى الدقيقة الواحدة، ولدى الأشخاص الأصحاء البالغين يكون المعدل ١٢ مرة / ق فى حالة الراحة.

٢- حجم هواء التنفس العادى: Tidal Volume ويقصد به مقدار الهواء الذى يمكن أن يستنشقه الشخص خلال عملية الشهيق الهادئ أو يطرده خلال عملية الزفير الهادئ أيضا، ويقدر هذا الحجم بمقدار ٥٠٠ مليلتر أى ما يعادل نصف لتر.



حيث :

TV حجم التنفس العادى - IRV حجم الشهيق الاحتياطي - ERV حجم الزفير الاحتياطي - VC السعة الحيوية
TLC السعة الرئوية الكلية - RV حجم الهواء المتبقى - FRC السعة الوظيفية المتبقية.

شكل (٣٨)

قياسات الأحجام الرئوية فى حالة الراحة

٣- حجم التهوية الرئوية: Pulmonary Ventelation Volume هو حجم الهواء الداخل والخارج من الرئتين الذى يعمل على تجديد هواء الحويصلات Alveolar وتهوية الرئتين بشكل عام، ويحسب عادة خلال الدقيقة الواحدة، ويتراوح مقداره ما بين ٦-٧ لترات لدى الشخص السليم البالغ فى حالة الراحة (فى الدقيقة الواحدة). وهذا المقدار هو عبارة عن ناتج ضرب معدل التنفس - حجم التنفس الواحد (العادى) حيث يحسب حجم التهوية فى الدقيقة (MV) Minute Ventilation بالمعادلة التالية:

حجم التهوية فى الدقيقة = معدل التنفس / ق × حجم التنفس الواحد (العادى)

$$= ١٢ \text{ مرة تنفس} \times ٥٠٠ \text{ مليلتر}$$

$$= ٦ \text{ لترات} / \text{ق}$$

$$MV = \text{breathing Rate} / \text{min} \times \text{Tidal Volume}$$

$$MV = 12 \text{ breathing} / \text{min} \times 500 \text{ ml.}$$

$$= 6 \text{ liters} / \text{min}$$

وهناك عدد من المؤشرات الفسيولوجية الأخرى التى تعبر عن كفاءة الوظائف التنفسية، يطلق عليها اصطلاح الأحجام والسعات الرئوية، يمكن تعريفها والاستدلال على مقاديرها القياسية لدى الأصحاء البالغين وفقا لما هو موضح بالجدول التالى:

جدول (٢١)

تعريف ومقادير الأحجام والسعات الرئوية القياسية
واختبارات وظائف التنفس للبالغين

المصطلح Term	القيمة Value	التعريف Definition
- السعة الحيوية (V C) Vital Capacity	٤,٨ لتر	هو حجم الهواء الذى يمكن إخراجهِ من الرئتين بعد أخذ أقصى شهيق
- الحجم المتبقى (R V) Residual Volume	١,٢ لتر	هو حجم الهواء المتبقى فى الرئتين بعد أقصى زفير ممكن
- الحجم الزفيرى المدخر (ERV) Expiratory Reserve Volume	١,٢ لتر	هو أقصى كمية من الهواء يمكن إخراجها من الرئة بعد نهاية الزفير العادى
- الحجم الشهيقى المدخر (IRV) Inspiratory Reserve Volume	٣,١ لتر	هو أقصى كمية من الهواء يمكن استنشاقها بعد نهاية الشهيق العادى
- السعة الحيوية القسرية (FVC) Forced Vital Capacity	٤,٨ لتر	حجم الهواء الذى يمكن إخراجهِ بأقصى قوة وسرعة ممكنة بعد أخذ أقصى شهيق
- سعة الشهيق (IC) Inspiratory Capacity	٣,٦ لتر	هى حجم أقصى هواء يمكن استنشاقهِ بعد الزفير العادى = حجم الشهيق المدخر + حجم التنفس العادى = ٠,٥ + ٣,١ = ٣,٦ لتر
- السعة الوظيفية المتبقية (FRC) Functional Residual Capacity	٢,٤ لتر	هى حجم الهواء المتبقى فى الرئتين عند نهاية التنفس العادى . = الحجم الزفيرى المدخر + الحجم المتبقى = ١,٢ + ١,٢ = ٢,٤ لتر
- السعة الرئوية الكلية (TLC) Total Lung Capacity	٦,٠ لتر	هى الحجم الكلى للهواء فى الرئتين عقب أقصى شهيق = ٤,٨ + ١,٢ = ٦ لتر
- الحجم المتبقى / السعة الرئوية الكلية RV/TLC	٢٠%	النسبة المئوية الناتجة عن قسمة الحجم المتبقى على السعة الرئوية الكلية $20 = 100 \times (6 + 1,2) =$
- الحجم الزفيرى القسرى عند الثانية الأولى FEV1	٣,٨ لتر	هو حجم السعة الحيوية المخرجة بقوة فى نهاية ثانية واحدة

وإضافة إلى ما سبق طرحه من أحجام وسعات رئوية يمكن إضافة متغيرين آخرين لهما أهميتهما في وظائف العمليات التنفسية وهما:

- الحجم الزفير القسرى عند الثانية الثالثة: ($F E V_3$)

ويقصد به حجم الهواء الذى يمكن إخراجه من الرئتين فى نهاية الثانية الثالثة بعد أخذ أعمق شهيق ممكن، وهذا المؤشر يعتبر أكثر دلالة من مؤشر حجم الزفير القسرى عند الثانية الأولى.

الإمكانية التنفسية القصوى (MBC) Maximum Breathing Capacity

وهى كمية الهواء التى يمكن استنشاقها وإخراجها من الرئتين بأقصى سرعة خلال دقيقة واحدة، ويتم قياسها من خلال أداء الشخصى لأقصى شهيق وزفير ممكن خلال مدة ١٢ ثانية ثم يضرب الرقم $\times 5$ حتى يحسب فى الدقيقة.

وتصل هذه الكمية إلى حوالى ١٤٠ لترا/ ق وقد تصل إلى أكثر من ذلك لدى لرياضيين ذوى المستويات العالية.

الجهد البدنى واستجابات وظائف التنفس:

The Physical Effort and The Breathing Responses

تحت تأثير الجهد البدنى تحدث مجموعة من التغيرات فى وظائف الجهاز التنفسى تعكس أنواع الاستجابات المباشرة لأداء هذا الجهد، وتختلف مستويات الاستجابة فى تلك الوظائف طبقا لاختلاف نوع ودرجة الجهد المبذول، ويمكن تلخيص أهم تلك الاستجابات فيما يلى:

أولاً: استجابات معدل التنفس: Breathing Rate Responses

يتضاعف معدل التنفس عند أداء الجهد البدنى ليصل إلى نحو (٣-٤) ثلاثة إلى أربعة أضعاف قيم الراحة عندما تكون درجة الحمل عند المستوى الأقصى، وهذا يعنى فى أن معدلات التنفس قد تصل فى هذه الحالة إلى نحو ٣٥-٥٠ مرة / ق.

ثانياً: استجابات حجم هواء التنفس العادى Tidal Volume Responses

كما ذكرنا سابقاً فإن مقدار حجم هواء التنفس العادى فى حالة الراحة يكون بمتوسط قدره ٥٠٠ مليلتر (٥, ٠ لتر) ويتضاعف هذا الحجم نتيجة لتدريبات الجهد

الأقصى ليصل إلى نحو ٣٠٠٠ مليلتر (ثلاثة لترات) أى بمقدار (٦) ستة أضعاف قيم الراحة تقريبا .

ثالثا: استجابات حجم التهوية الرئوية:

Pulmonary Ventelation Volume Responses

عندما تصل درجة الحمل البدنى إلى مستوى الجهد الأقصى فإن حجم التهوية الرئوية قد يبلغ ٨٠ لترا/ ق، ويرتفع ذلك المقدار إلى ما يزيد عن ١٢٠ لترا/ ق عند مستوى الحمل البدنى المجهد، وهذا يدل على أن زيادة حجم التهوية الرئوية عند أداء تلك المستويات من الجهد تصل إلى ١٢-٢٠ ضعف مقدار قيم الراحة أو أكثر ويرتبط ذلك بزيادة استهلاك الطاقة اللازمة لأداء الجهد .

رابعا: استجابات تبادل غازات التنفس: Gase Exchange Responses

تتضاعف معدلات التبادل الغازى عند أداء المجهودات البدنية مرتفعة الشدة لتبلغ نحو ٢٠-٣٠ ضعف معدلاتها فى حالة الراحة، وترتبط تلك الزيادة بحجم التهوية الرئوية .

خامسا: استجابات استهلاك الأكسجين Oxygen Consumption Responses

يكون معدل استهلاك الأكسجين فى حالة الراحة فى حدود ربع لتر / ق تقريبا (٢٥٠ مليلترا/ ق) ويرتفع عند أداء تدريبات التحمل ذات الشدة الأقل والقصى إلى الشدة القصوى ليلبلغ نحو ٥-٦ لترات / ق بمعنى أنه يتضاعف إلى مقدار ٢٠-٢٥ ضعفا تقريبا .

سادسا: استجابات الهواء المتبقى فى الرئتين: Residual Volume Responses

تحت تأثير الجهد البدنى يزيد حجم الهواء المتبقى بالرئتين بعد إطلاق أقصى زفير، ويساعد ذلك على عدم إختلال مكونات هواء الحويصلات الرئوية تحت تأثير الجهد المبذول وخاصة بالنسبة لغازى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون .



شكل (٣٩)

جهاز قياس وظائف التنفس Spirometry

تكيف العمليات التنفسية للجهد البدني:

The Adaptation of Respiratory Process to the Physical Effort

يؤدي الانتظام في مزاوله التدريب الرياضى وبصفة خاصة أحمال التدريب الهوائية التى تعتمد على استخدام الأكسجين وتتميز بها رياضات التحمل، إلى جملة من التغيرات الفسيولوجية التى تعبر عن كفاءة عمليات التنفس لدى الرياضيين وتكيفها للتدريب الرياضى مقارنة بالأفراد غير الممارسين لرياضة، وتتلخص أهم أنواع التكيف تلك فيما يلى:

أولاً: يقل عدد مرات التنفس لدى الرياضيين عن غير الرياضيين، كما يتميز الرياضيون بعمق عمليات التنفس مما يجعلهم أقل عرضة للوصول إلى النهجان والتنفس السريع عند أداء المجهود، ويصل حجم هواء التنفس العادى لدى الرياضيين فى حالة الراحة ما بين ٧٠٠ - ٨٠٠ مليلتر مقارنة بمقدار ٥٠٠ مليمتر لدى غير الرياضيين.

ثانياً: ترتفع كفاءة اللاعب فى استغلال واستهلاك الأكسجين Utilyze Oxygen لإنتاج الطاقة مقارنة بغير الرياضيين، وتتميز تلك الظاهرة لدى الرياضيين

فى ثلاثة جوانب هى : كفاءة عمليات استيعاب الأكسجين - عمليات نقل وامتصاص الأكسجين - عمليات استهلاك الأكسجين فى نشاط العضلات.

ثالثا: تتحسن قوة وكفاءة عضلات التنفس وخاصة عضلات ما بين الضلوع وعضلة الحجاب الحاجز، فيزداد حجم القفص الصدرى اتساعا ومرونة خلال عملية التنفس، وهذا يسمح لأداء العمليات التنفسية على نحو أفضل لدى الأشخاص الرياضيين وبصفة خاصة عند أداء الجهد البدنى .

رابعا: يزداد حجم السعة الحيوية للرئتين V C وكذا الحد الأقصى للتهوية الرئوية MVV نتيجة لعدد من التغيرات المورفولوجية والفسيولوجية فى وظائف الرئتين وأعضاء التنفس، كما يرتبط ذلك بزيادة حجم احتياطي هواء الشهيق عن احتياطي هواء الزفير لدى الرياضيين المدربين .

خامسا: تزداد الأحجام الرئوية بشكل عام لدى رياضى التحمل والأشخاص المدربين مقارنة بغير المدربين نتيجة لتحسن كفاءة الرئتين ووظائف التنفس وتكيفها لعمليات التدريب الرياضى المنتظم والمستمر .

سادسا: يؤدى التدريب الرياضى المنتظم إلى زيادة كثافة الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلات الهوائية للرئتين نتيجة تفتح عدد من الشعيرات الدموية المقفلة أو الخاملة أو تولد شعيرات دموية جديدة تحت تأثير التكرارات المتواصلة لأداء الجهد البدنى، وعلى أى حال فإن زيادة عدد أو كثافة الشعيرات الدموية يؤدى إلى زيادة المساحة أو المسطح الخاص بتبادل الغازات بين تلك الشعيرات وبين الحويصلات الهوائية للرئتين وخاصة عند أداء الجهد البدنى مما يميز الرياضيين بكفاءة تنفسية أفضل من غيرهم .

سابعا: تتحسن العمليات التوافقية بين ميكانيكية التنفس وحجم المجهود البدنى المبذول، وتساعد تلك العملية على حدوث استقرار أطول وأفضل لما يعرف بالحالة الثابتة Steady State لوظائف الجسم الفسيولوجية عند أداء المجهودات البدنية، وخاصة تلك التى تتميز بالديمومة أو الاستمرار لفترات زمنية طويلة فى أنشطة التحمل الدورى التنفسى .

ثامنا: ترتفع كفاءة استغلال الأكسجين فى حالة الراحة لدى الرياضيين نتيجة لعدد من التغيرات المورفولوجية والفسيولوجية التى تم تناولها فى النقاط

السابقة ، ويؤدى ذلك إلى تميز الرياضيين بالاقتصادية فى عمليات التنفس سواء كان ذلك فى حالة الراحة أو عند أداء الجهد البدنى مقارنة بغيرهم .

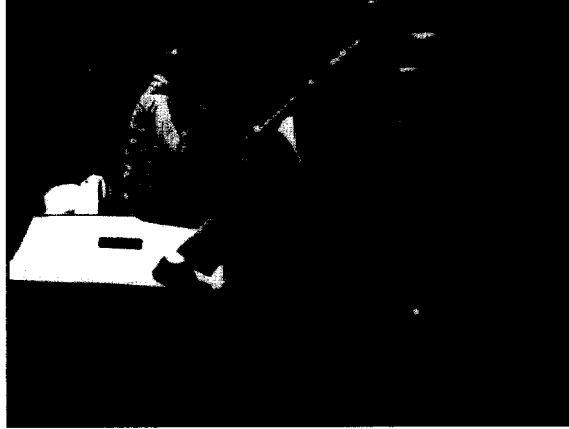
تاسعا: يؤدى تميز الرياضيين بكفاءة استغلال الأكسجين إلى تقليل تركيز ثانى أكسيد الكربون فى الدم لديهم وتقليل حموضة الدم بواسطة معادلة تركيز حامض اللاكتيك أو سرعة عمليات التخلص منه فى العضلات والدم مما يميز الرياضيين بتأخر وصولهم إلى التعب مقارنة بغير الرياضيين عند أداء المجهودات البدنية .

عاشرا: تزداد مطاطية الرئتين وقدرتها على التمدد والانكماش لأداء حركات التنفس القوى والعميق نتيجة التكيف للأعباء التدريبية المتنوعة التى يواجهها الرياضيون .

الفصل العاشر

نظريات اللياقة الهوائية واختباراتها التطبيقية

The Aerobic Fitness Theories
and the Applicative Tests for it



يقصد بكلمة هوائية Aerobic: العمل العضلى الذى يعتمد بشكل أساسى على الأكسجين فى إنتاج الطاقة، ويظهر ذلك فى الأنشطة الرياضية التى تستلزم الاستمرار فى أداء الجهد لفترة تزيد عادة عن ثلاث دقائق حيث تلجأ العضلة لاستخدام الأكسجين ويمكنها الاستمرار فى العمل لفترة طويلة قبل الإحساس بظهور التعب، ويطلق على مثل تلك الأنشطة أو الرياضات مصطلح الأنشطة أو التدريبات الهوائية - Aerobic Ex-ercises or Aerobic Activities.

اللياقة الهوائية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (Vo₂max):

Aerobic Fitness and the Volume Oxygen Maximum Consumption

عند التعبير عن مستوى اللياقة الهوائية Aerobic Fitness يستخدم مصطلح يعد من أكثر المصطلحات انتشارا فى مجال فيسيولوجيا الرياضة والجهد البدنى وهو الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين الذى يرمز له بالرمز Vo₂ max، ونظرا لأهمية هذا المؤشر فى التعبير عن لياقة أجهزة الجسم: الدورى، التنفسى والعضلى فى الاستخدام الواسع لتكنولوجيا القياس فى الآونة الأخيرة؛ لذا فإن قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين يعد حاليا من الاختبارات الاعتيادية التى تستخدم فى تقويم اللياقة الفسيولوجية العامة للأشخاص، وهو يستخدم على نطاق محدد لدى الرياضيين. ومما ينبغى الإشارة إليه أن الاستهلاك العادى للأكسجين (فى حالة الراحة) لدى الشخص السليم البالغ يكون فى حدود ٢٥٠ مليلتر فى الدقيقة أى ما يعادل (٢٥،) ربع لتر، كما ذكرنا فيما سبق.

ويعرف الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بأنه أقصى حجم للأكسجين المستهلك باللتر أو المليلتر فى الدقيقة. ولتوضيح ذلك نقول أنه إذا كان Vo₂max يساوى ٣ لترات فى الدقيقة فإن ذلك يعنى أن هذا الشخص يستطيع استهلاك أقصى كمية أكسجين ٣ لترات فى الدقيقة، ويعرف حجم هذا القياس باسم الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المطلق (لتر/ ق L/m).

وحيث تحتاج جميع أنسجة الجسم إلى استهلاك الأكسجين وتلعب الفروق فى وزن الجسم دورا كبيرا فى ذلك؛ لذا فإنه يجب عند مقارنة الأشخاص أن يستخرج حجم استهلاك الأكسجين بالنسبة لكل كيلوجرام من وزن الجسم عن طريق تقسيم الاستهلاك المطلق على وزن الجسم، ويعرف ذلك المقدار بمصطلح الحد الأقصى لاستهلاك

الأكسجين النسبي ويقاس بمقدار (ملى.ق/ كجم ml.min/kg) وهو القياس الأكثر استخداما فى مجال فسيولوجيا الجهد البدنى .

مثال:

إذا كان وزن شخص ما ٧٠ كجم وبلغ مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (المطلق) له ٢,٨ لتر/ دقيقة فإن الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بالنسبة لكل كجم من وزن جسمه = (٢٨٠٠ مليلتر ÷ ٧٠ كيلو جراما) = ٤٠ مليلترا/ ق/ كيلوجرام وتعتبر النتيجة التى تم التوصل إليها فى هذا المثال عن مقدار ٤٠ مليلترا من الأكسجين فى الدقيقة يستهلكها كل كيلوجرام واحد من وزن هذا الشخص .

هذا، ويزيد استهلاك الأكسجين حوالى ١٠ إلى ٢٠ مرة عند أداء تدريبات التحمل ذات الشدة العالية حيث يصل أثناء النشاط البدنى إلى ٢,٥-٦ لترات/ دقيقة وتختلف درجات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بناء على عدة عوامل منها: التدريب، العمر، والجنس .

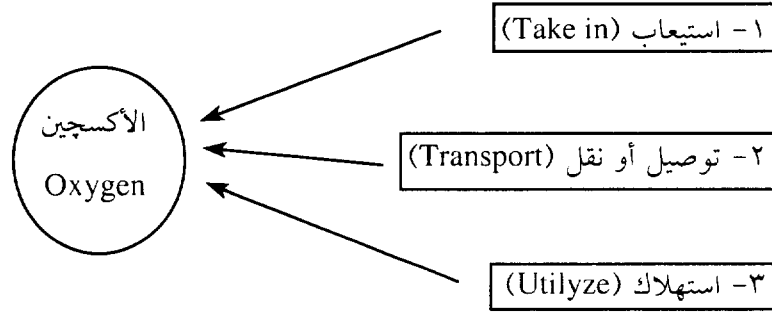
مؤشرات اللياقة الهوائية Aerobic Fitness Indicators:

يمكن التعبير عن جوانب اللياقة الهوائية متمثلة فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من خلال المؤشرات والعمليات الفسيولوجية التالية:

- ١- كفاءة عمليات استيعاب الأكسجين Take in Oxygen من الهواء الجوى .
- ٢- كفاءة وظيفة القلب والرئتين والأوعية الدموية فى توصيل أكسجين هواء الشهيق من الرئتين إلى الدم .
- ٣- كفاءة عمليات توصيل الأكسجين إلى الأنسجة بواسطة كرات الدم الحمراء ويعنى ذلك سلامة القلب الوظيفية، حجم الدم، عدد الكرات الحمراء وتركيز الهيموجلوبين، ومقدرة الأوعية الدموية على تحويل الدم من الأنسجة غير العاملة إلى العضلات العاملة حيث تزداد الحاجة للأكسجين .
- ٤- كفاءة العضلات فى استخدام الأكسجين الواصل إليها أى كفاءة عمليات التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة .

ويوضح الشكل (٤٠) العمليات الفسيولوجية السابقة التي تعبر عن اللياقة الهوائية للجسم.

اللياقة الهوائية Aeroboc Fitness



شكل (٤٠)

كفاءة العمليات المعبرة عن اللياقة الهوائية

طرق قياس اللياقة الهوائية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين؛

حتى يتم قياس أو تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين لا بد أن يقوم المختبر بأداء جهد بدني يعبر عن ذلك، وفي مجال الاختبارات العملية لفسيولوجيا الرياضة يستخدم لتقنين الجهد البدني أجهزة وأدوات من أهمها: السير المتحرك Treadmill ودراجة قياس الجهد Ergometer Bicycle وصندوق الخطو Stepping Bench هذا بالإضافة إلى بعض أنواع الأجهزة الأخرى كما أن هناك عددا من الترتيبات اللازمة لإجراء كل قياس.

وهناك طريقتان أساسيتان لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين هما:

١- الطريقة المباشرة: Direct Methot

وفي هذه الطريقة يتم قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من خلال قيام المختبر بأداء جهد بدني متدرج الشدة متواصل الأداء حتى مرحلة التعب أو عدم القدرة على الاستمرار في الجهد والتوقف عن الأداء، وغالبا ما يستخدم في ذلك وحدة قياس

متكاملة تشتمل على جهاز لتقنين الجهد البدني (السير المتحرك أو الدراجة الأرجومترية) يتصل بجهاز آخر يستخدم في التحليل المباشر لغازات التنفس أثناء الأداء، ومن خلال الجهاز الأخير تؤخذ قراءة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين Vo_{2max} بالإضافة إلى بعض مؤشرات اللياقة الفسيولوجية الأخرى: كمعدل القلب HR ومعدل التنفس BR ومقدار ضغط الدم Bp والسعة الحيوية للرئتين VC... وغيرها.

علامات الوصول إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين:

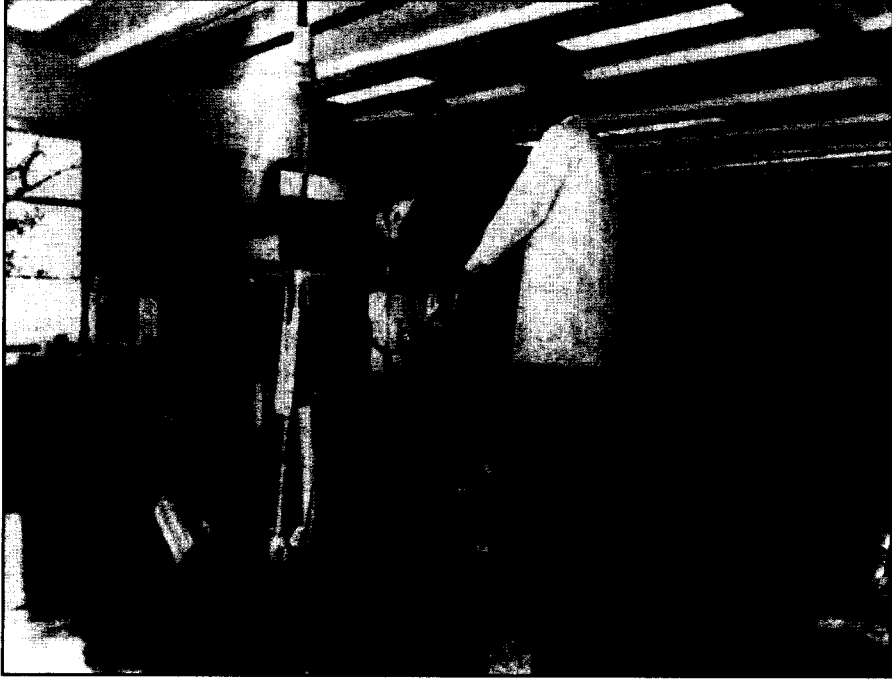
يمكن ملاحظة المؤشرات التالية للدلالة على وصول اللاعب إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين عند أداء الاختبارات الخاصة بذلك، وفيما عدا مؤشر النبض الذي يمكن قياسه بالطرق المتعارف عليها، فإن بقية العلامات والمؤشرات الأخرى تظهر فقط عند استخدام الأجهزة العملية التي تستخدم القياس المباشر ومن أهم تلك المؤشرات ما يلي:

- ١- عدم زيادة استهلاك الأكسجين رغم زيادة شدة الحمل البدني.
- ٢- زيادة معدل القلب عن ١٨٠ - ١٨٥ نبضة/ ق.
- ٣- زيادة نسبة التنفس RQ عن ١,١ (حيث نسبة التنفس RQ تساوى نسبة حجم ثاني اكسيد الكربون المطرود من عملية الزفير إلى حجم الأكسجين المستهلك خلال فترة زمنية معينة).
- ٤- لا يقل تركيز حامض اللاكتيك في الدم عن ٨٠ - ١٠٠ مليجرام /٪.

ونظرا لارتفاع تكاليف استخدام الطرق المباشرة وعمليات تحليل غازات التنفس في قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، حيث يتطلب ذلك شراء أجهزة ذات تكاليف ضخمة ومتطلبات معملية خاصة، ففى الوقت الذى تبلغ فيه معاملات الصدق للاختبارات غير المباشرة ٨٧ ٪ وفق ما أشارت إليه نتائج الدراسات العلمية فى هذا المجال مقارنة باستخدام الطرق المباشرة فى القياس، وحيث إن هذه النسبة تعتبر مقبولة جدا ، لذا فإن القياس غير المباشر (التقدير) يستخدم على نطاق واسع فى هذا المجال .

الطرق غير المباشرة: Indirect Methods

يتم فى الطرق غير المباشرة تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بواسطة استخدام اختبارات تعتمد على قياس معدل القلب للشخص المختبر بعد أدائه لمجهود



شكل (٤١)

القياس المباشر للحجم الأقصى لاستهلاك الأكسجين

باستخدام جهاز السير المتحرك Treadmill

بدنى مقنن على أحد أجهزة قياس الجهد السابق ذكرها، وبواسطة بعض المعادلات الخاصة equations أو بطريقة الرسم الحاسب «النوموجرام» Nomogram أو بعض الجداول الخاصة بذلك يمكن تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وفقا لمعدل القلب وقد بنيت هذه الطريقة على أساس أن ثمة علاقة خطية بين مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ومعدل القلب.

ولذا فإننا سوف نعرض فيما يلي بعضا من الطرق غير المباشرة لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين:

أولا - طريقة اختبار «استراند» Astrand's Test لتقدير الحد الأقصى

لاستهلاك الأكسجين:

توصل العالم السويدي الشهير المختص في فسيولوجيا الرياضة «بير أولف آستراند» Per - Olaf Astrand عام ١٩٥٢ إلى طريقة لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين اعتمد فيها على استخدام الدراجة الأرجومترية Ergometer Bicycle في تحديد الجهد البدني، يلاحظ هنا أن استخدام الدراجات الأرجومترية في أداء جهد أقل من الأقصى يعبر عن عمليات الأكسدة الهوائية للجلكوز عن طريق العضلات الكبيرة بالجسم مثل العضلة الآلية الكبرى The Gluteus Maximus Muscle والعضلة المستقيمة الفخذية Rectus Femoris والعضلة الوحشية Lateralis Vastus muscle، ويتلخص استخدام طريقة آستراند في الآتي:

(i) الأدوات المطلوبة للاختبار:

- ١- دراجة أرجومترية Ergometer Bicycle ويفضل أن تكون من نوع «مونارك» Monark أو ما شابه ذلك من الدراجات المصممة لتحمل المجهودات القوية والمزودة بوحدات القياس المترى الملائم.
- ٢- جهاز ميقاع Metronome لضبط معدل سرعة التبديل (جميع الدراجات الأرجومترية الحديثة مزودة بمؤشر خاص بذلك).
- ٣- جهاز قياس النبض Pulse Meter أو سماعة الطبيب Stethoscope (وفي حال عدم توافرها يمكن استخدام طريقة الجس اليدوي).
- ٤- ساعة توقيت Stop Watch.

(ب) الإجراءات:

- ١- يجلس الشخص المختبر على الدراجة حيث يتم اختيار الارتفاع المناسب لمقعد الدراجة.
- ٢- يتم حساب معدل ضربات قلب المختبر في حالة الراحة.
- ٣- يبدأ المختبر في التبديل على الدراجة بمعدل سرعة مقداره ٥٠ لفة/ق.

٤- المختبرون من الذكور يمكنهم بدء الاختبار بعبء جهدى يعادل ٦٠٠ كجم/م/ق (١٠٠ وات) والمختبرات من الإناث يمكنهن البدء بعبء جهدى مقداره ٣٠٠ كجم/م/ق (٥٠ وات).

٥- زمن أداء الاختبار ٦ ست دقائق، إلا أنه يستخدم قياس النبض للمختبر عند الدقيقتين ٥، ٦ وذلك لمدة ١٠ ثوان فى كل قياس ثم يضرب الناتج فى الرقم ٦ ليحسب النبض فى ٦٠ ثانية (دقيقة كاملة) ويؤخذ متوسط قياسى النبض.

٦- يراعى ألا يكون هناك فرق فى نبضات القلب بين قياسى الدقيقتين الخامسة والسادسة لأكثر من فرق ٥ (خمس نبضات) وإلا فعلى المختبر الاستمرار فى التبديل لمدة دقيقة سابعة، ثم يتم حساب متوسط النبض فى الدقيقتين السادسة والسابعة كمؤشر لمعدل ضربات القلب عند ذلك العبء الجهدى.

(ج) طريقة حساب النتائج:

هناك أكثر من طريقة لحساب نتائج تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وفق استخدام اختبار آستراند، منها ما يعتمد على نظام جداول النتائج والتي صممت بواسطة «آستراند» الجداولين (٢٢، ٢٣) كما تقدر النتائج بواسطة استخدام النوموجرام Nomogram (الرسم البياني) أو طريقة المعادلات الخاصة بذلك.

ولاستخراج النتائج بطريقة جداول آستراند يلاحظ الرقم الدال على متوسط النبض عقب أداء جهد الاختبار من خلال الأرقام المحددة بالقائم الرأسى الأيمن للجدول عند مستوى الحمل الذى تم استخدامه للتبديل على الدراجة (القائم الأفقى) ونقطة التقاء الخطين الأفقى والرأسى الدالين على ذلك تعبر عن مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين باللتر فى الدقيقة.

ويراعى أن الجدول (٢٢) خاص بالرجال، والجدول (٢٣) خاص بالسيدات ويمكن بعد ذلك قسمة الاستهلاك الأقصى للأكسجين على وزن الجسم للحصول على الاستهلاك النسبى (ml. Min /kg).

جدول (٢٢)

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين مقدرا بالتر / ق
بدلالة معدل النبض لاختبار آستراند (رجال)

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (لتر/ق) Vo ₂ max (L/min)					معدل النبض نبضة/ق	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (لتر/ق) Vo ₂ max (L/min)					معدل النبض نبضة/ق
١٥٠ كجم/ق	١٢٠ كجم/ق	٩٠ كجم/ق	٦٠ كجم/ق	٣٠ كجم/ق		١٥٠ كجم/ق	١٢٠ كجم/ق	٩٠ كجم/ق	٦٠ كجم/ق	٣٠ كجم/ق	
٥,٦	٤,٤	٣,٣	٢,٤	-	١٤٦		-	٤,٨	٣,٥	٢,٢	١٢٠
٥,٦	٤,٤	٣,٣	٢,٤	-	١٤٧		-	٤,٧	٣,٤	٢,٢	١٢١
٥,٤	٤,٣	٣,٢	٢,٤	-	١٤٨		-	٤,٧	٣,٤	٢,٢	١٢٢
٥,٤	٤,٣	٣,٢	٢,٣	-	١٤٩		-	٤,٦	٣,٤	٢,١	١٢٣
٥,٣	٤,٢	٣,٢	٢,٣	-	١٥٠		٦,٠	٤,٥	٣,٣	٢,١	١٢٤
٥,٢	٤,٢	٣,١	٢,٣	-	١٥١		٥,٩	٤,٤	٣,٢	٢,٠	١٢٥
٥,٢	٤,١	٣,١	٢,٣	-	١٥٢		٥,٨	٤,٤	٣,٢	٢,٠	١٢٦
٥,١	٤,١	٣,٠	٢,٢	-	١٥٣		٥,٧	٤,٣	٣,١	٢,٠	١٢٧
٥,١	٤,٠	٣,٠	٢,٢	-	١٥٤		٥,٦	٤,٢	٣,١	٢,٠	١٢٨
٥,٠	٤,٠	٣,٠	٢,٢	-	١٥٥		٥,٦	٤,٢	٣,٠	١,٩	١٢٩
٥,٠	٤,٠	٢,٩	٢,٢	-	١٥٦		٥,٥	٤,١	٣,٠	١,٩	١٣٠
٤,٩	٣,٩	٢,٩	٢,١	-	١٥٧		٥,٤	٤,٠	٢,٩	١,٩	١٣١
٤,٩	٣,٩	٢,٩	٢,١	-	١٥٨		٥,٣	٤,٠	٢,٩	١,٨	١٣٢
٤,٨	٣,٨	٢,٨	٢,١	-	١٥٩		٥,٣	٣,٩	٢,٨	١,٨	١٣٣
٤,٨	٣,٨	٢,٨	٢,١	-	١٦٠		٥,٢	٣,٩	٢,٨	١,٨	١٣٤
٤,٧	٣,٧	٢,٨	٢,٠	-	١٦١		٥,١	٣,٨	٢,٨	١,٧	١٣٥
٤,٦	٣,٧	٢,٨	٢,٠	-	١٦٢		٥,٠	٣,٨	٢,٧	١,٧	١٣٦
٤,٦	٣,٧	٢,٨	٢,٠	-	١٦٣		٥,٠	٣,٧	٢,٧	١,٧	١٣٧
٤,٥	٣,٦	٢,٧	٢,٠	-	١٦٤		٤,٩	٣,٧	٢,٧	١,٦	١٣٨
٤,٥	٣,٦	٢,٧	٢,٠	-	١٦٥		٤,٨	٣,٦	٢,٦	١,٦	١٣٩
٤,٥	٣,٦	٢,٧	١,٩	-	١٦٦	٦,٠	٤,٨	٣,٦	٢,٦	١,٦	١٤٠
٤,٤	٣,٥	٢,٦	١,٩	-	١٦٧	٥,٩	٤,٧	٣,٥	٢,٦	-	١٤١
٤,٤	٣,٥	٢,٦	١,٩	-	١٦٨	٥,٨	٤,٦	٣,٥	٢,٥	-	١٤٢
٤,٣	٣,٥	٢,٦	١,٩	-	١٦٩	٥,٧	٤,٦	٣,٤	٢,٥	-	١٤٣
٤,٣	٣,٤	٢,٦	١,٨	-	١٧٠	٥,٧	٤,٥	٣,٤	٢,٥	-	١٤٤
						٥,٦	٤,٥	٣,٤	٢,٤	-	١٤٥

جدول (٢٣)

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين مقدرا بالتر / ق

بدلالة معدل النبض لاختبار آستراند (سيدات)

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (لتر / ق) Vo ₂ max (L/min)					معدل النبض نبضة/ق	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (لتر / ق) Vo ₂ max (L/min)					معدل النبض نبضة/ق
١٠٠ كجم/ق	١٢٠ كجم/ق	١٤٠ كجم/ق	١٦٠ كجم/ق	١٨٠ كجم/ق		١٥٠ كجم/ق	١٦٠ كجم/ق	١٧٠ كجم/ق	١٨٠ كجم/ق	١٩٠ كجم/ق	
٣,٧	٣,٢	٢,٦	٢,٢	١,٦	١٤٦	-	٤,٨	٤,١	٣,٤	٢,٦	١٢٠
٣,٦	٣,١	٢,٦	٢,١	١,٦	١٤٧	-	٤,٨	٤,٠	٣,٣	٢,٥	١٢١
٣,٦	٣,١	٢,٦	٢,١	١,٦	١٤٨	-	٤,٧	٣,٩	٣,٢	٢,٥	١٢٢
٣,٥	٣,٠	٢,٦	٢,١	-	١٤٩	-	٤,٦	٣,٩	٣,١	٢,٤	١٢٣
٣,٥	٣,٠	٢,٥	٢,٠	-	١٥٠	-	٤,٥	٣,٨	٣,١	٢,٤	١٢٤
٣,٥	٣,٠	٢,٥	٢,٠	-	١٥١	-	٤,٤	٣,٧	٣,٠	٢,٣	١٢٥
٣,٤	٢,٩	٢,٥	٢,٠	-	١٥٢	-	٤,٣	٣,٦	٣,٠	٢,٣	١٢٦
٣,٣	٢,٩	٢,١	٢,٠	-	١٥٣	-	٤,٢	٣,٥	٢,٩	٢,٢	١٢٧
٣,٢	٢,٨	٢,١	٢,٠	-	١٥٤	٤,٨	٤,٢	٣,٥	٢,٨	٢,٢	١٢٨
٣,٢	٢,٨	٢,١	١,٩	-	١٥٥	٤,٨	٤,١	٣,٤	٢,٨	٢,٢	١٢٩
٣,٢	٢,٨	٢,٣	١,٩	-	١٥٦	٤,٧	٤,٠	٣,٤	٢,٧	٢,١	١٣٠
٣,١	٢,٧	٢,٣	١,٩	-	١٥٧	٤,٦	٤,٠	٣,٤	٢,٧	٢,١	١٣١
٣,١	٢,٧	٢,٣	١,٨	-	١٥٨	٤,٥	٣,٩	٣,٣	٢,٧	٢,٠	١٣٢
٣,٠	٢,٧	٢,٢	١,٨	-	١٥٩	٤,٤	٣,٨	٣,٢	٢,٦	٢,٠	١٣٣
٣,٠	٢,٦	٢,٢	١,٨	-	١٦٠	٤,٤	٣,٨	٣,٢	٢,٦	٢,٠	١٣٤
٣,٠	٢,٦	٢,٢	١,٨	-	١٦١	٤,٣	٣,٧	٣,١	٢,٦	٢,٠	١٣٥
٢,٩	٢,٦	٢,٢	١,٨	-	١٦٢	٤,٢	٣,٦	٣,١	٢,٥	١,٩	١٣٦
٢,٩	٢,٦	٢,٢	١,٧	-	١٦٣	٤,٢	٣,٦	٣,٠	٢,٥	١,٩	١٣٧
٢,٨	٢,٥	٢,١	١,٧	-	١٦٤	٤,١	٣,٥	٣,٠	٢,٤	١,٨	١٣٨
٢,٨	٢,٥	٢,١	١,٧	-	١٦٥	٤,٠	٣,٥	٢,٩	٢,٤	١,٨	١٣٩
٢,٨	٢,٥	٢,١	١,٧	-	١٦٦	٤,٠	٣,٤	٢,٨	٢,٤	١,٨	١٤٠
٢,٨	٢,٤	٢,١	١,٦	-	١٦٧	٣,٩	٣,٤	٢,٨	٢,٣	١,٨	١٤١
٢,٧	٢,٤	٢,٠	١,٦	-	١٦٨	٣,٩	٣,٣	٢,٨	٢,٣	١,٧	١٤٢
٣,٧	٢,٤	٢,٠	١,٦	-	١٦٩	٣,٨	٣,٣	٢,٧	٢,٢	١,٧	١٤٣
٣,٦	٢,٤	٢,٠	١,٦	-	١٧٠	٣,٨	٣,٢	٢,٧	٢,٢	١,٧	١٤٤
						٣,٧	٣,٢	٢,٧	٢,٢	١,٦	١٤٥

تصنيف مستويات اللياقة الهوائية وفق اختبار آستراند،

يلاحظ أن الأرقام التي تم استخراجها كتعبير عن تقديرات Vo_2max قد لا توضح مستوى لياقة الفرد بشكل محدد قياساً إلى أقرانه في الفئة العمرية، إذ يحتاج الأمر إلى معرفة بعض المعايير الخاصة بذلك.

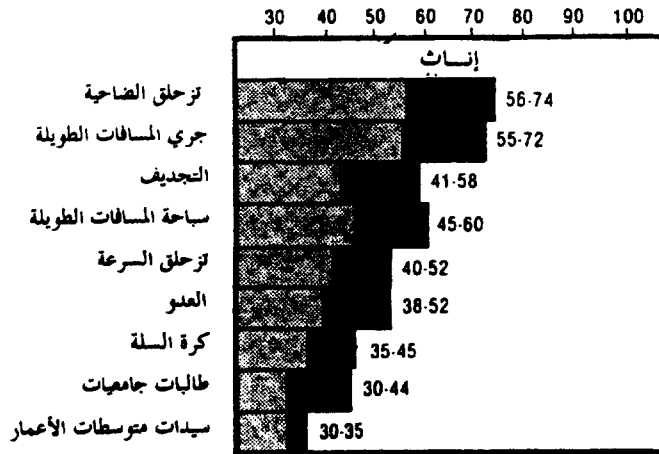
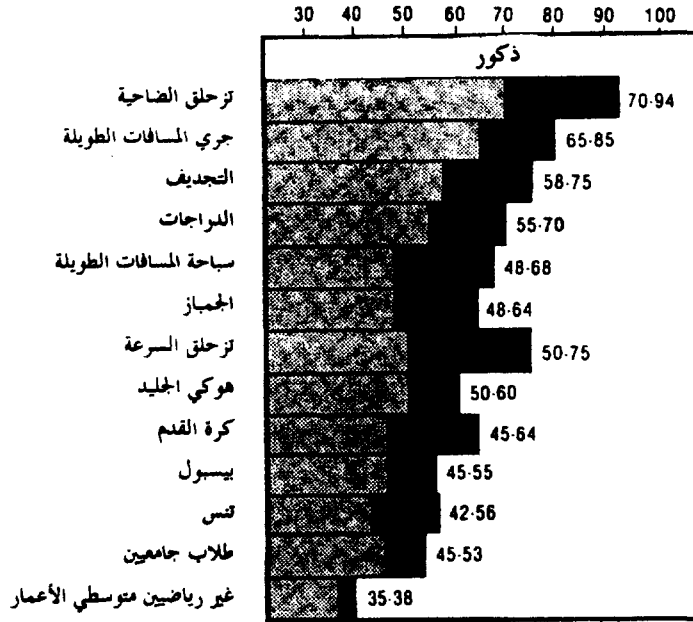
واستكمالاً لهذا الجانب فقد أورد آستراند الجدول (٢٤) لتوضيح مستويات الأفراد في اللياقة الهوائية طبقاً لنتائجهم في تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

جدول (٢٤)

تصنيف مستويات اللياقة الهوائية وفق تقديرات الحد الأقصى

لاستهلاك الأكسجين المطلق والنسبي طبقاً لنتائج اختبار آستراند

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المطلق (لتر/ق) والنسبي (ملى/كجم/ق)					العمر بالسنوات
منخفض	دون المتوسط	متوسط	جيد	عال	
الرجال					
$2,79 \geq$	$3,09-2,80$	$3,79-3,10$	$3,99-3,70$	$4,00 \leq$	٢٠-٢٩ (مطلق) (نسبي) ٣٨
$2,49 \geq$	$2,79-2,50$	$3,39-2,80$	$3,79-3,40$	$3,70 \leq$	٣٠-٣٩ (مطلق) (نسبي) ٣٤
$2,19 \geq$	$2,49-2,20$	$3,09-2,50$	$3,39-3,10$	$3,40 \leq$	٤٠-٤٩ (مطلق) (نسبي) ٣٠
$1,89 \geq$	$2,19-1,90$	$2,79-2,20$	$3,09-2,80$	$3,10 \leq$	٥٠-٥٩ (مطلق) (نسبي) ٢٥
$1,59 \geq$	$1,89-1,60$	$2,49-1,90$	$2,79-2,50$	$2,80 \leq$	٦٠-٦٩ (مطلق) (نسبي) ٢١
النساء					
$1,79 \geq$	$1,99-1,70$	$2,49-2,00$	$2,79-2,50$	$2,80 \leq$	٢٠-٢٩ (مطلق) (نسبي) ٢٨
$1,59 \geq$	$1,89-1,60$	$2,39-1,90$	$2,79-2,40$	$2,70 \leq$	٣٠-٣٩ (مطلق) (نسبي) ٢٧
$1,49 \geq$	$1,79-1,50$	$2,29-1,80$	$2,59-2,30$	$2,60 \leq$	٤٠-٤٩ (مطلق) (نسبي) ٢٥
$1,29 \geq$	$1,59-1,30$	$2,09-1,60$	$2,39-2,10$	$2,40 \leq$	٥٠-٥٩ (مطلق) (نسبي) ٢١



شكل (٤٢)
قيم الحجم الأقصى
لاستهلاك الأكسجين
النسبي للأفراد
المدرين في ألعاب
رياضية متنوعة
عن: «شيفر»

Shaver, 1981

(الحجم الأقصى لاستهلاك الأكسجين النسبي : مللى/ق/كجم)

معامل التصحيح لتقديرات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين:

من المعروف أن أقصى معدل للقلب MHR يتناقص تدريجياً مع تقدم العمر وفق المعادلة (٢٢٠ - العمر) كما أن مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين يتناقص أيضاً وفق ذلك، والأرقام التي ترد بجداول المعايير تبنى على أساس مقدار ثابت لأقصى معدل

للقلب قياسا إلى الفئة العمرية لمجتمع البحث الذى استخلصت من خلاله جداول المعايير .

لذا ينبغي استخدام ما يعرف بمعامل التصحيح (CF) Correction Factor عند تطبيق الاختبار على أفراد فى مراحل عمرية مختلفة لتصبح النتائج أقرب ما تكون إلى الدقة، ووفقا لجداول معايير (آستراند) لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين فإنه يستخدم معامل تصحيح النتائج تبعا للجدول التالى:

جدول (٢٥)

معامل تصحيح مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين
وفق معايير جداول آستراند

العمر بالسنوات Age/Year	معامل التصحيح (CF)
١٥	١,١٠
٢٥	١,٠٠
٣٥	٠,٨٧
٤٠	٠,٨٣
٤٥	٠,٧٨
٥٠	٠,٧٥
٥٥	٠,٧١
٦٠	٠,٦٨
٦٥	٠,٦٥

عن: «برينت» Prentice, 1997, p.132.

مثال لاستخدام طريقة معامل التصحيح CF:

إذا كان مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين الذى حسب باستخدام طريقة آستراند لدى شخص عمره ٣٥ عاما ٣ لترات/ ق، فكم تكون النتيجة الحقيقية لمقدار Vo_{2max} بعد استخدام معامل تصحيح العمر لهذا الشخص؟

النتيجة: حيث أن معامل التصحيح لعمر ٣٥ سنة فى بيانات الخانة اليمنى للجدول يقابلها رقم ٠,٨٧, فى معامل التصحيح, لذا تكون النتيجة النهائية لتقدير Vo_2max بعد تصحيح العمر هما:

$$٣ \text{ لترات } \times ٠,٨٧ = (\text{معامل التصحيح العمر}) = ٢,٦ \text{ لتر / ق}$$

استخدام طريقة الرسم البيانى «النوموجرام» فى تقدير $Vo_2 max$

قام العالمان «آستراند، رهيمنج» Astrand & Rhyming عام ١٩٥٤م بتصميم مخطط بيانى لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بدلالات معدل النبض عقب أداء جهد بدنى - أقل من الأقصى - باستخدام الدراجة الأرجومترية، السير المتحرك أو اختبار الخطوة، كما قام آستراند بتطوير هذا النوموجرام عام ١٩٦٠م واستخدام هذه الطريقة يصلح للجنسين من الأفراد الأصحاء خلال المرحلة العمرية من ١٨-٣٠ سنة، ويراعى فى استخدام هذه الطريقة ما يلى:

١- فى حالة استخدام اختبار الخطو فوق الصندوق يكون ارتفاع الصندوق ٤٠ سم للذكور، ٣٣ سم للإناث، ويحدد وزن الشخص بالكيلوجرامات ثم يقاس معدل النبض بعد الأداء، ويطبق استخدام النوموجرام مع التأكيد على جنس المختبر (ذكر أم أنثى)، ويتم تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من خلال توصيل خط خفيف بين علامة الرقم الدال على وزن الشخص فى التدرج الخاص بوزن الجسم وبين الرقم الدال على معدل القلب عقب أداء الاختبار (التدرج الأيسر).

٢- فى حال استخدام الدراجة الأرجومترية، يتم التأكيد على استخدام ارتفاع مناسب لمقعد الدراجة بحيث تصل رجل المختبر إلى كامل امتدادها لأسفل عند التبديل لأن ذلك يجنب المختبر عملية التعرض إلى التعب الموضعى السريع فى العضلات العاملة.

فى نهاية فترة العمل على الدراجة الأرجومترية لأداء الاختبار يتم قياس وحساب معدل النبض (الدقيقتين ٥، ٦) ثم نقوم، بالتوصيل بين الرقم الدال على معدل النبض HR فى التدرج الخاص بذلك وبين العبء الجهدى المستخدم على التدرج الآخر، وتكون النقطة التى يلتقى فيها خط التوصيل بين الرقمين ومقياس (تدرج) استهلاك الأكسجين هى مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين لدى هذا الشخص.



۲۲۰

عن: «بريتك» Prentice, 1997, p.132 .

مثال،

إذا اختبر لاعب (أ) بواسطة طريقة آستراند لتقدير حجم استهلاك الأكسجين الأقصى لديه، وكان ذلك باستخدام الدراجة الأرجومترية عند مقاومة مقدارها ١٢٠٠ كيلو/م/ق $kp/m/min$ وبلغ متوسط معدل النبض لديه في نهاية الاختبار ١٦٨ نبضة/ق، فما هو مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين لدى هذا اللاعب؟

الإجابة،

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين = ٣,٥ لتر / ق

جدول (٢٦)

تصنيف مستويات اللياقة الهوائية وفق تقديرات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين باستخدام اختبار آستراند للأشخاص الأصحاء من غير الرياضيين

فئات اللياقة الهوائية						
العمر الزمني	مرتفع جدا (VH)	مرتفع (H)	جيد (G)	متوسط (Ave)	مقبول (F)	منخفض (L)
الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (مليمتر/ كجم ق)						
الرجال						
٢٩-٢٠	< ٦١	٦١-٥٣	٥٢-٤٣	٤٢-٣٤	٣٣-٢٥	< ٢٥
٢٩-٣٠	< ٥٧	٥٧-٤٩	٤٨-٣٩	٣٨-٣١	٣٠-٢٣	< ٣٢
٤٩-٤٠	< ٥٣	٥٣-٤٥	٤٤-٣٦	٣٥-٢٧	٢٦-٢٠	< ٢٠
٥٩-٥٠	< ٤٩	٤٩-٤٣	٤٢-٣٤	٣٣-٢٥	٢٤-١٨	< ١٨
٦٩-٦٠	< ٤٥	٤٥-٤١	٤٠-٣١	٣٠-٢٣	٢٢-١٦	< ١٦
النساء						
٢٩-٢٠	< ٥٧	٥٧-٤٩	٤٨-٣٨	٣٧-٣١	٣٠-٢٤	< ١٤
٣٩-٣٠	< ٥٣	٥٣-٤٥	٤٤-٣٤	٣٣-٢٧	٢٧-٢٠	< ٢٠
٤٩-٤٠	< ٥٠	٤٩-٤٢	٤١-٣٣	٣٠-٢٤	٢٣-١٧	< ١٧
٤٩-٥٠	< ٤٢	٤٢-٣٨	٣٧-٢٨	٢٧-٢١	٢٠-١٥	< ١٥
٦٩-٦٠	< ٣٩	٣٩-٣٥	٣٤-٢٤	٢٣-١٨	١٧-١٣	< ١٣

* تم بناء المعايير الواردة بهذا الجدول بعد تطبيق اختبار آستراند على عينة من الأفراد الأصحاء من غير الرياضيين بالمجتمع الأمريكي بواسطة مركز الطب الوقائي الأمريكي.

استخدام المعادلات في تقدير Vo₂max

تستخدم طريقة المعادلات في تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وتعتمد هذه الطريقة على الرقم الدال على معدل النبض لإدخاله في بعض المعادلات طبقاً لما يلي:

١- حسب طريقة اختبار (آستراند - رهيمنج) تستخدم المعادلة التي صاغها آستراند، روداهل Astrand And Rodahl عام ١٩٧٧ وتنص على أن:

$$Vo_2max = (P \times 2) + 300$$

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

$$= (\text{العبء الجهدى كج/م} / \text{ق} \times 2) + 300$$

ويقصد بالعبء الجهدى في هذه الطريقة مقدار المقاومة المحددة على الدراجة الأرجومترية.

٢- حسب طريقة اختبار ومعادلة «فوكس» Fox

تستخدم طريقة «فوكس» Fox في تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين للذكور فقط وهي بنفس الكيفية المستخدمة في طريقة (آستراند - رهيمنج) من حيث اعتمادها على قياس معدل النبض عقب أداء مجهود بدني على الدراجة الأرجومترية، إلا أن الاختلاف في طريقة فوكس يتمثل في أن المقاومة تكون ثابتة بمقدار ١٥٠ وات (أي ما يعادل ٩٠٠ كج/م / ق).

وينتهى أداء الجهد بنهاية الدقيقة الخامسة، ثم يقاس معدل النبض في الدقيقة وتستخدم المعادلة التالية:

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

$$= 6.3 - (0.0193 \times \text{معدل النبض في نهاية الدقيقة الخامسة}).$$

$$\text{Predicted } Vo_2max = 6.3 - (0.0193 \times \text{HR})$$

مثال:

إذا وصل معدل نبض اللاعب عند نهاية الدقيقة الخامسة من أداء اختبار «فوكس» إلى معدل ١٦٨ نبضة/ ق، فما مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين لدى هذا اللاعب .

$$\text{النتيجة: الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين} = ٦,٣ \times (٠,١٩٣ \times ١٦٨) = ١,٣ \text{ لتر / ق (تقريبا)}$$

ثانياً: طريقة اختبار «هارفارد» Harvard Test

- في معمل دراسات التعب بجامعة هارفارد بالولايات المتحدة أعد «بروها» ومساعدوه (١٩٤٢) اختباراً لقياس الكفاءة البدنية لطلاب الجامعة وذلك بعملية الصعود والهبوط فوق صندوق أو مقعد مع اختلاف الارتفاع تبعاً للسن والجنس، ويتم العمل وفقاً لتوقيت معين ثم يحسب النبض خلال فترة الاستشفاء وبواسطة دليل خاص تحدد الكفاءة البدنية.

طريقة الأداء:

يختلف ارتفاع المقعد أو الصندوق، كما يختلف زمن الأداء تبعاً للسن والجنس وفقاً للجدول التالي:

جدول (٢٧)

زمن أداء اختبار هارفارد وارتفاعات الصندوق للجنسين

السن والجنس	الارتفاع (سم)	زمن الأداء
الرجال	٥٠	٥ ق
السيدات	٤٣	٥ ق
بنون ٨ - ١٢ سنة	٥٠	٤ ق
بنات ٨ - ١٢	٤٠	٤ ق

- توقيت العمل للجميع هو ٣٠ مرة صعود وهبوط فى الدقيقة، بضبط التوقيت على ١٢٠ دقة فى الدقيقة، وكل مرة تتكون من أربع عدات (صعود - صعود- هبوط - هبوط).

- يجب أن يبدأ الصعود والهبوط دائما بنفس القدم، ويمكن السماح بتبديل القدم أثناء العمل عدة مرات.

إذا لم يتمكن اللاعب من الأداء بنفس التوقيت خلال ٢٠ ثانية يوقف الاختبار ويسجل الزمن الذى توقف عنده اللاعب ويستخدم الزمن فى المعادلة المختصرة عند تقويم الكفاءة البدنية.

- يقوم المختبر بأداء الاختبار ثم يجرى له قياس النبض لمدة ٣٠ ثانية فى الدقيقة الثانية والثالثة والرابعة بعد الانتهاء من الأداء.

تقويم النتائج:

تحسب الكفاءة البدنية بواسطة المعادلة التالية:

$$\text{دليل الكفاءة البدنية} = \frac{100 \times \text{زمن الأداء بالثانية}}{(\text{نبض ١} + \text{نبض ٢} + \text{نبض ٣}) \times 2}$$

حيث نبض ١ عدد نبضات القلب لمدة ٣٠ ثانية فى الدقيقة الثانية بعد الانتهاء من المجهود ونبض ٢ فى الدقيقة الثالثة ونبض ٣ فى الدقيقة الرابعة من نهاية الاختبار.

المعادلة المختصرة (لمن لم يكمل زمن الاختبار بالكامل)

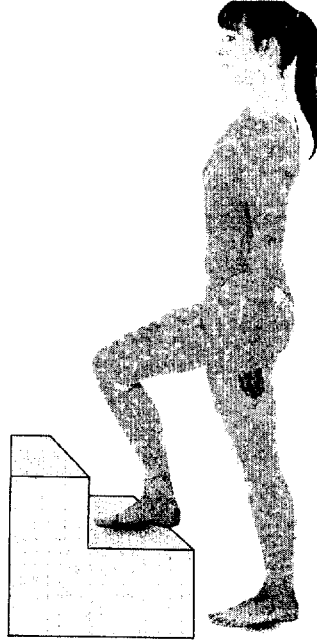
$$\text{دليل الكفاءة البدنية} = \frac{100 \times \text{زمن الأداء بالثانية}}{\text{نبض ١} \times 0,5}$$

ويمكن تقييم مستوى اللياقة الهوائية أو الكفاءة البدنية طبقا لنتائج اختبار هارفارد بواسطة الكشف عن نتائج الاختبار فى جدول المعايير الذى توصل إليه ماثيوز Ma-thews وهو كالتالى:

جدول (٢٨)

تقييم مستويات اللياقة الهوائية فى اختبار هارفارد

مستوى اللياقة	نتائج الاختبار
ممتاز	أكبر من ٩٠
جيد	٨٩-٨٠
متوسط	٧٩-٦٥
أقل من المتوسط	٦٤-٥٥
ضعيف	أقل من ٥٥



شكل (٤٤)

تقدير اللياقة الهوائية باستخدام اختبار الخطوة Step Test

مثال:

احسب دليل الكفاءة البدنية لشخص أكمل أداء اختبار هارفارد، وكانت قياسات النبض عقب أداء الاختبار كالتالى:

النبض لمدة ٣٠ ثانية فى الدقيقة الثانية من نهاية المجهود = ٥٣ نبضة / دقيقة

النبض لمدة ٣٠ ثانية فى الدقيقة الثالثة من نهاية المجهود = ٤٤ نبضة / دقيقة

النبض لمدة ٣٠ ثانية فى الدقيقة الرابعة من نهاية المجهود = ٤٣ نبضة / ق.

الحل:

$$\text{دليل الكفاءة البدنية} = \frac{١٠٠ \times \text{ثانية } ٣٠ \cdot}{٢ \times (٥٣ + ٤٤ + ٥٣)} = ١٠٧ \text{ وحدة}$$

ثالثاً: طريقة اختبار الخطو ٣ دقائق 3-Minute Step Test

يقوم هذا الاختبار على استخدام طريقة الخطو فوق صندوق وفق إيقاع محدد يستمر لفترة زمنية مقدارها ٣ ثلاث دقائق، والغرض من الاختبار هو تقدير وتقويم اللياقة الهوائية (القلبية التنفسية) للأشخاص من الجنسين بداية من عمر ٢٠ سنة فأكثر، وهو من أبسط أنواع الاختبارات الهوائية التى تستخدم الخطو كأسلوب لأداء الجهد البدنى، ويصلح الاختبار على نحو أكبر فى مجال تقويم اللياقة المرتبطة بالصحة Fit-ness Related Health لدى عموم الأشخاص وخاصة الممارسين للنشاط الرياضى من غير ذوى المستويات العليا.

الأدوات والأجهزة المطلوبة للاختبار:

- صندوق أو مقعد خشبى بارتفاع ٣٠ سم (١٢ بوصة).
- ميقات (مترونوم) Metronome لضبط توقيت الإيقاع المنتظم للأداء.
- ساعة إيقاف Stop Watch ..
- سماعة طبية لقياس معدل النبض ويمكن استخدام طريقة الجس اليدوى.

الإجراءات ومواصفات الأداء:

١- يضبط جهاز المترونوم على معدل ٩٦ دقة في الدقيقة بما يعادل أداء الجهد بمعدل ٢٤ مرة صعودا وهبوطا فوق الصندوق الخشبي على أساس أن المرة الواحدة تحسب بأداء ٤ خطوات: خطوتان للصعود (القدم اليمنى - القدم اليسرى) وخطوتان للهبوط (القدم اليمنى - القدم اليسرى).

٢- يبدأ أداء الاختبار عندما يعطى الأخصائى إشارة البدء، ويستتهى الاختبار بانتهاء زمن ٣ ثلاث دقائق كاملة حيث تعطى الإشارة بانتهاء الأداء، وفى آخر مرة للصعود والهبوط لانتهاء زمن الأداء ينادى على خطوات المختبر (فوق - فوق - أسفل - قف) وينبغى أن يخطر أو ينبه المختبر عندما يتبقى ٢٠ ثانية من نهاية الاختبار ويوجه للجلوس عقب ذلك مباشرة.

٣- يجلس المختبر - فورا - على الصندوق أو المقعد عند انتهاء الاختبار ويبقى مستقرا لمدة ٣٠ ثانية للاسترداد، ثم يقوم الأخصائى بقياس معدل النبض.

تقييم النتائج:

يتم تقييم مستوى اللياقة الهوائية للجنسين وفق الجدول التالى:

تقييم مستوى اللياقة الهوائية في اختبار الخطو ٣ دقائق

3 - Minute Step Test

نبضة في الدقيقة بعد أداء جهد الاختبار Beats Per Minute After Exercise				مستوى اللياقة Fitness Level
٥٠ سنة فأكثر	سنة ٤٠-٤٩	سنة ٣٠-٣٩	سنة ٢٠-٢٩	العمر Age
				رجال Men
تحت ٨٤	تحت ٨٢	تحت ٨٠	تحت ٧٦	ممتاز Excellent
٨٤-٩١	٨٢-٨٩	٨٠-٨٧	٧٦-٨٥	جيد Good
٩٢-١٠٧	٩٠-١٠٥	٨٨-١٠٣	٨٦-١٠١	مناسب Fair
فوق ١٠٧	فوق ١٠٥	فوق ١٠٣	فوق ١٠١	ضعيف Poor
				نساء Women
تحت ٩٢	تحت ٩٠	تحت ٨٨	تحت ٨٦	ممتاز Excellent
٩٢-٩٩	٩٠-٩٧	٨٨-٩٥	٨٦-٩٣	جيد Good
١٠٠-١١٦	٩٨-١١٤	٩٦-١١٢	٩٤-١١٠	مناسب Fair
فوق ١١٦	فوق ١١٤	فوق ١١٢	فوق ١١٠	ضعيف Poor

عن: «كارول، سميث» Carroll and Smith , 1992.

ملحوظة:

تستخدم جمعية الشبان المسيحية الأمريكية YMCA of the USA اختبار الخطو ثلاث دقائق في تقدير اللياقة الهوائية بنفس المواصفات السابق شرحها للاختبار مع اختلاف بسيط، حيث يبدأ حساب معدل النبض فوراً عقب المجهود ولمدة دقيقة كاملة دون حصول المختبر على فترة استرداد، ويتم الكشف عن مستوى اللياقة الهوائية للشخص من خلال المعايير الواردة بالجدول (٣٠).

ومع الأخذ في الاعتبار أنه لكي يتنظم معدل النبض ويمكن حسابه عقب المجهود مباشرة قد يحتاج ذلك إلى فترة زمنية في حدود ٥ ثوان تقريباً، وحساب معدل النبض

على مدى دقيقة كاملة عقب الاختبار يعكس معدل النبض في القلب خلال تلك الفترة وفق ما ذكره «مايرز، وسيننج» Myers And Sinning , 1989 .

جدول (٣٠)

تقويم مستويات اللياقة الهوائية وفق اختبار
الخطو لمدة ٣ ق لجمعية الشبان المسيحية YMCA

الجنس Gender	مستوى اللياقة الهوائية	المرحلة السنية (العمر بالسنوات)					
		٢٥-١٨	٣٥-٢٦	٤٥-٣٦	٥٥-٤٦	٦٥-٥٦	أكبر من ٦٥
		(معدل النبض في الدقيقة بعد مرور دقيقة واحدة من انتهاء الاختبار)					
ذكور	ممتاز	٧٨-٧٠	٧٩-٧٣	٨١-٧٢	٨٤-٧٨	٨٢-٧٢	٨٦-٧٢
	جيد	٨٨-٨٢	٨٨-٨٣	٩٤-٨٦	٩٦-٨٩	٩٧-٨٩	٩٥-٨٩
	فوق المتوسط	٩٧-٩١	٩٧-٩١	١٠٢-٩٨	١٠٣-٩٩	١٠١-٩٨	١٠٢-٩٧
	متوسط	١٠٤-١٠١	١٠٦-١٠١	١١١-١٠٥	١١٥-١٠٩	١١١-١٠٥	١١٣-١٠٤
	أقل من المتوسط	١١٤-١٠٧	١١٦-١٠٩	١١٨-١١٣	١٢١-١١٨	١١٨-١١٣	١١٩-١١٤
	ضعيف	١٢٦-١١٨	١٢٦-١١٩	١٢٨-١٢٠	١٣٠-١٢٤	١٢٨-١٢٢	١٢٨-١٢٢
	ضعيف جدا	١٦٤-١٣١	١٦٤-١٣٠	١٦٨-١٣٢	١٥٨-١٣٥	١٥٠-١٣١	١٥٢-١٣٣
إناث	ممتاز	٨٣-٧٢	٨٦-٧٢	٨٧-٧٤	٩٣-٧٦	٩٢-٧٤	٨٦-٧٣
	جيد	٩٧-٨٨	٩٧-٩١	١٠١-٩٣	١٠٢-٩٦	١٠٣-٩٧	١٠٠-٩٣
	فوق المتوسط	١٠٦-١٠٠	١١٠-١٠٣	١١٠-١٠٤	١١٣-١٠٦	١١١-١٠٦	١١٤-١٠٤
	متوسط	١١٦-١١٠	١١٨-١١٢	١١٧-١١١	١٢٠-١١٧	١١٧-١١٣	١٢١-١١٧
	أقل من المتوسط	١٢٤-١١٨	١٢٧-١٢١	١٢٧-١٢٠	١٢٦-١٢١	١٢٧-١١٩	١٢٧-١٢٣
	ضعيف	١٣٧-١٢٨	١٣٥-١٢٩	١٣٨-١٣٠	١٣٣-١٢٧	١٣٦-١٢٩	١٣٤-١٢٩
	ضعيف جدا	١٥٥-١٤٢	١٥٤-١٤١	١٥٢-١٤٣	١٥٢-١٣٨	١٥١-١٤٢	١٥١-١٣٥

المصدر : Myers , and Sinning , 1989 .

رابعاً: طريقة اختبار كوبر Coper Test (الجرى ١٢ دقيقة)

يعد اختبار كوبر أحد أهم الاختبارات الميدانية وأكثرها انتشاراً في مجال تقدير اللياقة الهوائية للأفراد الرياضيين بوجه عام، ويقوم الاختبار على أساس إمكانية استمرار الفرد في الجرى لمدة ١٢ دقيقة وحساب المسافة المقطوعة خلال تلك الفترة حيث تقاس المسافة بالكيلومتر، ويتم تقسيم مستوى اللياقة الهوائية وفقاً لمعايير خاصة بذلك (جدول ٣١) كما أنه يمكن تقدير مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من نفس النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام الجدول.

جدول (٣١)

تصنيف مستويات اللياقة الهوائية وفق نتائج اختبار كوبر Copper

الجنس	العمر (سنة)	المسافة المقطوعة بالكيلومتر			
		منخفض	مرضى	جيد	عال
الرجال	١٧-٢٦	أقل من ٢,١٧	٢,١٧-٢,٤٨	٢,٤٩-٢,٨٩	أكبر من ٢,٨٩
	٢٧-٣٩	أقل من ٢,٠٩	٢,٠٩-٢,٣٢	٢,٣٣-٢,٥٦	أكبر من ٢,٥٦
	٤٠-٤٩	أقل من ٢,٠١	٢,٠١-٢,٢٣	٢,٢٤-٢,٤٠	أكبر من ٢,٤٠
	أكبر من ٥٠	أقل من ١,٧٩	١,٧٩-٢,٠٠	٢,٠١-٢,٢٥	أكبر من ٢,٢٥
النساء	١٧-٢٦	أقل من ١,٨٥	١,٨٥-٢,٠٠	٢,٠١-٢,٣٣	أكبر من ٢,٣٣
	٢٧-٣٩	أقل من ١,٦٩	١,٦٩-١,٩٢	١,٩٣-٢,١٧	أكبر من ٢,١٧
	٤٠-٤٩	أقل من ١,٦٠	١,٦٠-١,٨٤	١,٨٥-٢,٠١	أكبر من ٢,٠١
	أكبر من ٥٠	أقل من ١,٥٢	١,٥٢-١,٦٨	١,٦٩-١,٨٥	أكبر من ١,٨٥

بعض المستويات فى اختيار كوبر للجري لمدة ١٢ دقيقة
وما يقابلها من تقدير للاستهلاك الأقصى للأكسجين

ممتاز	جيد	متوسط	ضعيف	
٣,٢	٢,٨	٢,٤	٢,٠	جرى ١٢ دقيقة (المسافة كم)
٦٥-٥٥	٥٥-٤٥	٤٥-٣٥	٣٠	الاستهلاك الأقصى للأكسجين (مل/كجم/ق) تقريبا

نقلا عن: «بورك» 1976, Burk

الفصل الحادى عشر

التركيب الجسمى

والقياسات الانثروبومترية للرياضيين

The Body Composition and the
Anthropometrical Measurement For Athlets



يشتمل التكوين الجسمى للإنسان على مجموع أوزان أجزائه المختلفة: عضلات، عظام، دهون، الأعضاء التى تكون الأجهزة الداخلية للجسم، ويتحدد التكوين الجسمى Body Composition تبعاً لكتلة تلك الأوزان المختلفة ونسبتها المثوية مقارنة بالوزن الكلى للجسم.

ويتميز وزن النسيج العظمى وكذا وزن أجهزة الجسم الحيوية الداخلية بدرجة من الثبات النسبى تقريبا، كما أن الفروق الفردية فى هذه المكونات ارتباطا بالوزن الكلى للجسم تعتبر غير واضحة بدرجة كبيرة بين الأفراد وعلى العكس من ذلك بالنسبة للتكوين العضلى والدهنى حيث تظهر فروقا ملحوظة بين الناس فى هذين المكونين لارتباطهما الوثيق بحركة الإنسان ونشاطه بالإضافة إلى عوامل أخرى عديدة.

وفى مجال فسيولوجيا الرياضة اتفق العلماء على تمييز مكونين أساسيين للجسم عند المقارنة فى هذا المجال وهما:

١- دهن الجسم Body Fat.

٢- كتلة الجسم بدون الدهن Lean Body Mass , LBM.

أولاً: دهن الجسم Body Fat

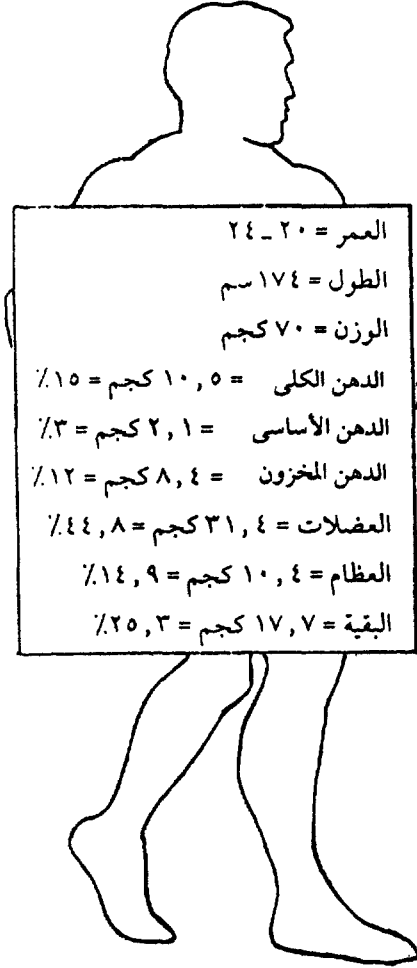
تبلغ نسبة الدهون بجسم الإنسان مقدار ١٥ - ٢٠٪ لدى الرجال وبين ٢٢ - ٢٨٪ لدى النساء، وبالنسبة للأفراد الرياضيين تقل تلك النسبة، فى حين تزداد نسبة الدهون بزيادة العمر، وينقسم دهن الجسم إلى قسمين هما:

١- الدهن الأساسى: Essential Fat

ويوجد هذا القسم من الدهون فى نخاع العظام والأنسجة العصبية وأعضاء الجسم المختلفة كالقلب والكلى والكبد والرئتين... ويبلغ هذا المقدار من الدهن بنسبة ٣٪ من وزن الجسم لدى الرجال، ١٢٪ من وزن الجسم لدى النساء، وانخفاض هذا القدر من الدهون عن تلك النسب التكوينية الأساسية قد يعد علامة مرضية، ويوضح شكل (٣٩) الإطار النظرى النموذجى لتركيب الجسم للرجل والمرأة فى المرحلة العمرية (٢٠ - ٢٤) سنة.

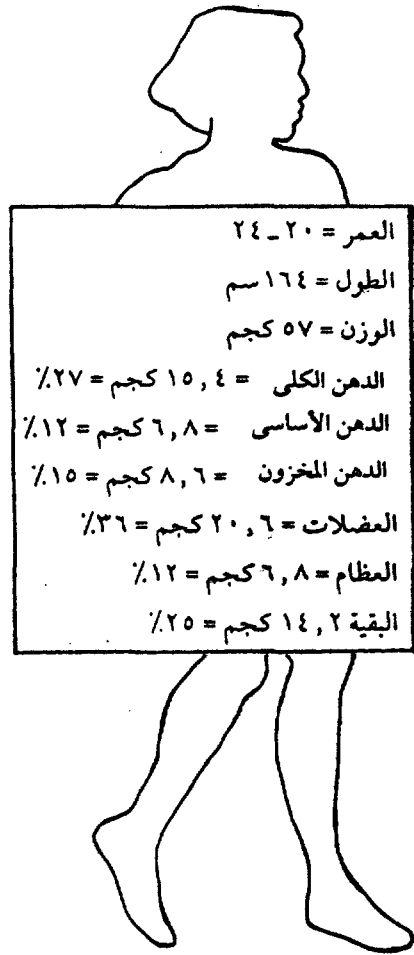
Reference Man

الرجل المرجع



Reference Woman

المرأة المرجع



شكل (٤٥)

الإطار النظري المرجع للتركيب الجسمي لكل من الرجل والمرأة.

عن «مك أردل» وآخرين ١٩٩٦

٢- الدهن المخزون، Storage Fat

ويمثل هذا القسم من الدهون النسبية الباقية من دهن الجسم، ويتركز تكوينه تحت الجلد وفى الأنسجة الدهنية التى تحيط بأجهزة الجسم المختلفة، ويستخدم الدهن المخزون كمصدر للطاقة، كما يمكن أنه يعمل على حماية أجهزة الجسم الحيوية من الصدمات.

ثانياً، كتلة الجسم بدون الدهن (Lean Body Mass (LBM

ويقصد بها القسم الآخر من مكونات الجسم (العضلات، العظام... بعد استبعاد وزن الجسم، ومن ثم تقدر كتلة الجسم بدون الدهن بواسطة المعادلة التالية:

$$\text{كتلة الجسم بدون الدهن} = \text{وزن الجسم} - \text{وزن الدهن المخزون}$$

$$\text{Lean Body Mass} = \text{Body Weight} - \text{Storage Body Fat}$$

ولتقدير نسبة الدهن فى الجسم يستخدم عدد من الطرق والوسائل التى سوف يرد شرحها فى نهاية هذا الفصل، إلا أنه كما ذكرنا فإن النسبة تكون فى حدود ١٥ - ٢٠٪ للرجال، ٢٢ - ٢٨٪ للنساء، وحيث إن معطيات المعادلة السابقة لحساب كتلة الجسم بدون الدهن LPM تعتمد على وزن الدهن المخزون وليس نسبته المئوية؛ لذا تجدر الإشارة إلى أن تحويل النسبة المئوية للدهن إلى وزن - بالكيلوجرامات مثلاً - يعتمد على معرفة مقدار وزن الجسم ككل، وتستخدم فى ذلك المعادلة التالية:

$$\text{وزن الدهن بالجسم} = \text{النسبة المئوية للدهن} \times \text{وزن الجسم}$$

$$\text{Fat Body Weight (FBW)} = \text{Percent Body Fat} \times \text{Body Weight}$$

وعلى سبيل المثال:

إذا كان وزن الجسم لأحد اللاعبين هو ٧٠ كيلوجراماً وبلغت النسبة المئوية للدهن لديه ١٨٪ فكيف يمكن تقدير كتلة الجسم بدون الدهن LBM لهذا اللاعب؟

الإجابة:

$$\begin{aligned} \text{وزن الدهون} &= \text{النسبة المئوية للدهن} \times \text{وزن الجسم} \\ &= 18\% \times 70 = 12.6 \text{ كيلوجرام} \\ \text{إذن: كتلة الجسم بدون الدهن} &= \text{وزن الجسم} - \text{وزن الدهن} \\ &= 70 - 12.6 = 57.4 \text{ كيلوجرام} \end{aligned}$$

المواصفات النموذجية للتكوين الجسمي:

وضع «مارك أردل» وزملاءه Mcardle et al ١٩٩٦ مقاييس نموذجية للرجل والمرأة في المرحلة السنوية ٢٠-٢٤ سنة وأطلق مصطلح «الرجل المرجع» Reference Man ومصطلح «المرأة المرجع» Reference Woman على المقاييس النموذجية لمكونات الجسم لكل منهما، وتستخدم تلك المقاييس للأسترشاد بها عند المقارنة فقط، حيث إن هذه القياسات تختلف تبعاً لمراحل السن المختلفة، فتركيب الجسم لدى الأطفال يختلف عنه لدى كبار السن وهكذا. . راجع شكل (٤٥).

ويوضح «شاركي» Sharky 1984 بعض متوسطات نسب الدهن بالجسم لدى الذكور والآنث في مراحل عمرية مختلفة حيث يتبين ذلك من خلال الجدول التالي:

جدول (٣٣)

متوسط نسب الدهن بالجسم تبعاً للسن والجنس

متوسط نسبة الدهن		العمر بالسنوات
إناث	ذكور	
٢١,٢٪	١٢٪	١٥
٢٥,٧٪	١٢,٥٪	٢٢-١٨
٢٩٪	١٤٪	٢٩-٢٣
٣٠٪	١٦,٥٪	٤٠-٣٠
٣٢٪	٢١٪	٥٠-٤١

نقلا عن: Sharky, 1984

وبالنسبة للأفراد المدربين من لاعبي الرياضات المختلفة يعرض «ولمور وكوستيل»
 Wilmore and Costill. 1987 مدى ومتوسطات أوزان الجسم ونسبة الدهن لدى
 الرياضيين في ألعاب متنوعة. ويوضح جدول (٣٤) بيانا بذلك .

جدول (٣٤)

وزن الجسم والنسب المئوية للدهن لدى الرياضيين في رياضات متنوعة

نوع الرياضة	ذكور		إناث	
	وزن الجسم/ كجم	نسبة الدهن %	وزن الجسم/ كجم	نسبة الدهن %
كرة السلة	٨٤-١٠٩	٧-١١	٦٣-٦٨	٢١-٢٧
الدراجات	٦٧	٩	٦١	١٥
الجمباز	٦٩	٥	٥٠-٥٨	١٠-٢٤
كرة القدم	٧٢-٧٦	٦-١١	-	-
السباحة	٥٩-٧٩	٥-١١	٥٧-٦٧	١٥-٢٦
التنس	٧٧	١٥-١٦	٥٦	٢٠
جرى مسافات طويلة	٦٣-٧٢	٥-١٨	٥٣-٥٧	١٥-١٩
جرى مسافات متوسطة	٧٢	٧-١٢	-	-
عدو	٧٣-٧٤	٥-١٧	٥٧	١٩
اختراق الضاحية	-	-	٥١	١٥
قذف القرص	١٠٥-١١١	١٦	٧١	٢٥
وثب وحواجز	-	-	٥٩	٢١
دفع الجلة	١١٣-١٢٦	١٧-١٨	٧٨	٢٨
رفع الأثقال	٨٨	١٢	-	-
كمال الأجسام	٨٣-٨٨	٨	٥٤	١٣
المصارعة	٦٦-٨٢	٤-١٤	-	-

نقلا عن: Wilmore and Costill , 1987

وبالنسبة لتقييم درجة السمنة لدى الأفراد (الرجال - السيدات) وفقا لنسبة الدهن بالجسم يوضح «روبينس» وآخرون Robbins et al. 1999 أن نسبة الدهن تكون منخفضة جدا بالجسم إذا كانت لدى الذكور أقل من ١٠٪، وكانت لدى الإناث أقل من ١٧٪ وتكون النسبة عالية High Fat إذا بلغت لدى الذكور ٢١ - ٢٥٪ ولدى الإناث ٢٨ - ٣٠٪، ويصل الرجال إلى درجة السمنة Obese إذا زادت النسبة عن ٢٥٪، ويصل النساء إلى هذه الدرجة إذا زادت النسبة عن ٣٠٪ ويتضح ذلك من خلال الجدول التالي:

جدول (٣٥)

معايير نسبة الدهن بالجسم Body Fat Norms

تقدير درجة السمنة	ذكور	إناث
نسبة منخفضة جدا من الدهون	أقل من ١٠٪	أقل من ١٧٪
نسبة دهون منخفضة	١٠ - ١٣٪	١٧ - ٢٠٪
نسبة دهون متوسطة	١٤ - ١٧٪	٢١ - ٢٤٪
نسبة دهون فوق المتوسط	١٨ - ٢٠٪	٢٥ - ٢٧٪
نسبة دهون عالية	٢١ - ٢٥٪	٢٨ - ٣٠٪
سمنة	أكبر من ٢٥٪	أكبر من ٣٠٪

عن: «روبينس» وآخرون Robbins et al. 1999

طرق تقدير التكوين الجسمي:

هناك عدة طرق - غير مباشرة - تستخدم في تقدير التكوين الجسمي للأفراد، منها طريقة حساب كثافة الجسم Body density عن طريق وزن الشخص وجسمه مغمور أسفل الماء Underwater Weighing في حوض خاص بذلك، حيث يستخدم ميزان معد لهذه الطريقة، ومن خلال تحديد وزن الجسم في الهواء ووزنه في الماء وبدلالة حجم الجسم BV يمكن حساب الكثافة density ونسبة الدهن بالجسم Percentage of body fat وكتلة الجسم بدون الدهن lean body mass، كما يستخدم في تقدير

التكوين الجسمى طرقا عديدة أخرى يعتمد البعض منها على تصوير الجسم بالأشعة Ra-diography ثم إجراء بعض الطرق الحسابية لتقدير المكونات الجسمية، وهناك طرق تعتمد على مؤشرات طول الجسم ووزنه واستخلاص مؤشر كتلة الجسم BMI من خلال العلاقة بينهما، كما توجد بعض الطرق التى تستخدم التقدير بواسطة المخطط البياني (النوموجرام) Nomogram وكذلك توجد طرق تعتمد على التحليل البيوكيميائى للجسم byochemistry أو التقدير باستخدام الموجات فوق الصوتية ultrasound، ونظرا لأن بعض الطرق المذكورة تحتاج إلى تكلفة مادية وترتيبات خاصة؛ لذا فإننا سوف نتناول بالشرح طريقة مبسطة تعرف بمؤشر كتلة الجسم BMI لتقدير التكوين الجسمى للفرد.

تقدير التركيب الجسمى بحساب مؤشر كتلة الجسم؛

Body Mass Index, BMI

تعتمد طريق تقدير التكوين الجسمى لحساب مؤشر كتلة الجسم على نوع العلاقة الارتباطية بين قياسى طول الجسم ووزنه، وهى طريقة جيدة للتعبير عن درجة البدانة لدى الشخص المجرى عليه القياس، تعرف هذه الطريقة باسم مؤشر «كتليت-Quete-let's Index» ويتم حساب مؤشر كتلة الجسم فيها بواسطة المعادلة التالية:

مؤشر كتلة الجسم = الوزن ÷ مربع الطول بالمتري

$$BMI = BW \div Ht^2$$

حيث:

BMI = مؤشر كتلة الجسم Body Mass Index

Bw = وزن الجسم بالكيلوجرامات.

Ht² = مربع طول الجسم بالمتري (م²)

ويكون ناتج المعادلة السابقة مقدرا بالوحدة (كجم/م²) ولتوضيح ذلك نطرح

المثال التالى:

مثال:

إذا كان وزن أحد الأشخاص ٧٠ كجم وطوله ١٧٥ سم، فإن مؤشر كتلة الجسم بالنسبة له يكون كالتالي:

$$2(1,75) + 70 = \text{BMI}$$

$$3,06 + 70 =$$

$$22,87 =$$

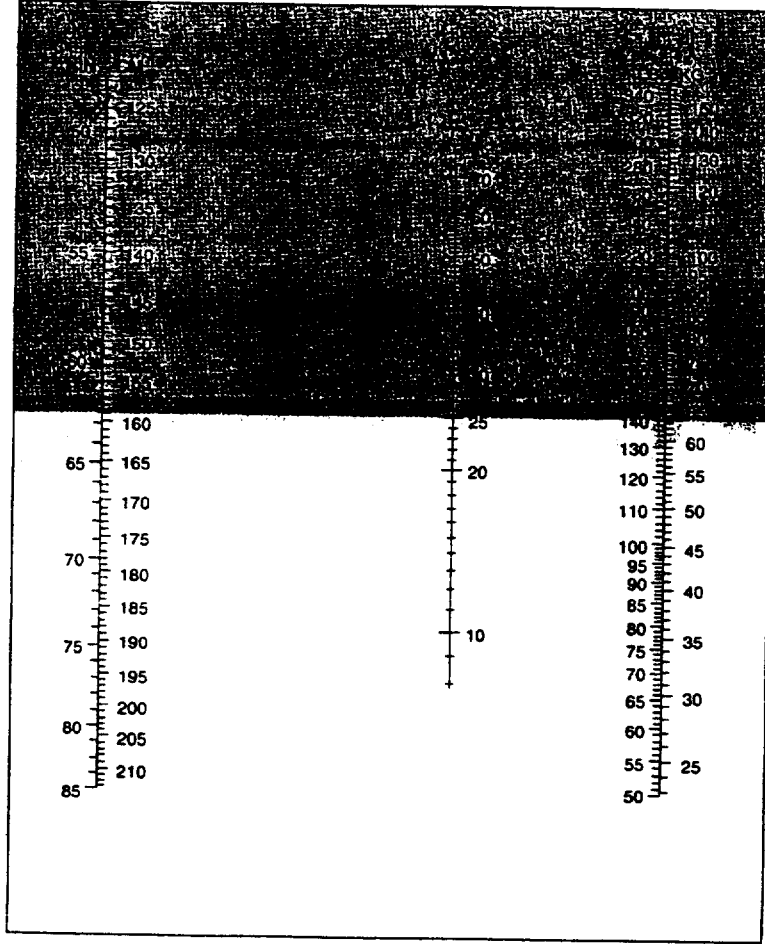
والجدير بالذكر أنه كلما زاد مقدار مؤشر كتلة الجسم للشخص المختبر دل ذلك على زيادة نسبة الدهون لديه، ذلك مع استثناء بعض حالات الرياضيين الذين يمتلكون كتلة عضلية كبيرة كلاعبى الرمى ورفع الأثقال والمصارعين ولاعبى بناء الأجسام وغيرهم ... حيث تكون زيادة مؤشر كتلة الجسم BMI على حساب العضلات لا الدهون، ويعرض جدول (٣٦) بعض المعايير الخاصة بمؤشر كتلة الجسم لدى الذكور والإناث خلال المراحل العمرية ١٨-٥ سنة.

جدول (٣٦)

معايير كتلة الجسم BMI لدى الذكور والإناث فى المراحل العمرية ١٨ - ٥ سنة

Female إناث		Male ذكور	
مؤشر كتلة الجسم BMI (كجم/م ^٢)	العمر بالسنوات	مؤشر كتلة الجسم BMI (كجم/م ^٢)	العمر بالسنوات
٢٠ - ١٤	٩ - ٥	٢٠ - ١٣	٧ - ٥
٢١ - ١٤	١١ - ١٠	٢٠ - ١٤	١٠ - ٨
٢٢ - ١٥	١٢	٢١ - ١٥	١١
٢٣ - ١٥	١٣	٢٢ - ١٥	١٢
٢٤ - ١٧	١٦ - ١٤	٢٣ - ١٦	١٣
٢٥ - ١٧	١٧	٢٤ - ١٦	١٤
٢٩ - ١٨	١٨	٢٤ - ١٧	١٥
		٢٤ - ١٨	١٦
		٢٥ - ١٨	١٧
		٢٦ - ١٨	١٨

ويمكن حساب مؤشر كتلة الجسم بواسطة استخدام المخطط البياني (النوموجرام) شكل (٤٦)، حيث يتم توصيل الرقم الدال على طول الجسم من العمود الأيسر بالرقم الدال على الوزن في العمود الأيمن، وعند التقاء الخط الواصل بين الرقمين بالخط الأوسط الدال على مؤشر كتلة الجسم BMI تؤخذ القراءة الدالة على ذلك.



شكل (٤٦)

مخطط بياني «نوموجرام» لتقدير مؤشر كتلة الجسم BMI بدلالة طول الجسم ووزنه
عن: «روبينس» وآخرين Robbins et al., 1999.

ويكون تقويم مستوى الجسم كالتالى:

من ٢٠ - ٢٥ = مؤشر طبيعى ومرغوب لكتلة الجسم.

فوق ٢٥ - ٢٧ = توجد سمنة متوسطة وينبغى الحذر.

فوق ٢٧ = سمنة مفرطة وتمثل عامل خطر على الصحة.

وتشير بعض المراجع إلى تحديد هذه المستويات بالنسبة للرجال والسيدات، حيث يكون مؤشر كتلة الجسم طبيعيا إذا لم يزد عن ٢٥ للرجال، و٢٧ للسيدات. فإذا كان بين ٢٥ - ٢٧ للرجال، وبين ٢٧ - ٣٠ للسيدات. دل ذلك على مستوى متوسط من السمنة، أما إذا زاد الرقم عن ٢٧ للرجال، و٣٠ للسيدات فلن ذلك يعنى البدانة المرتفعة.

القياسات الأنثروبومترية للرياضيين

Anthropometrical Measurements For Athlets

معنى القياس الأنثروبومتري وأهميته،

كلمة أنثروبومتري Anthropometry مشتقة من مقطعين باللغة الإغريقية هما Anthropo معناها الإنسان و Metry وتعنى القياس، ومن هذا يتضح أن الأنثروبومتري يعنى قياس جسم الإنسان وأجزائه المختلفة، والأنثروبومتري فرع من فروع الأنثروبولوجيا Anthropolgy وهو العلم الذى يبحث فى دراسة أصل الإنسان وتطوره من النواحي البدنية والاجتماعية والثقافية والسلوكية....

وتعتبر القياسات الأنثروبومترية من الوسائل المهمة التى يمكن الاعتماد عليها فى توصيف جسم الإنسان ومتابعة عمليات النمو الجسمى وخاصة بالنسبة للأطفال فى المراحل العمرية المختلفة، وفى المجال الرياضى ترتبط القياسات الأنثروبومترية للاعبين بطبيعة الأنشطة الرياضية التى يمارسونها، ومن خلال تميز المبتدئين والناشئين فى الألعاب المختلفة ببعض المقاييس الأنثروبومترية بالإضافة إلى بعض جوانب التقويم الأخرى، يمكن الحصول على بعض المؤشرات للتنبؤ بإمكانية الناشئ فى تحقيق مستويات رياضة معينة، كما أن نتائج الدراسات العلمية تشير إلى وجود علاقة ارتباطية بين بعض القياسات الأنثروبومترية وعناصر اللياقة البدنية المختلفة، كارتباط القوة العضلية بمساحة المقطع العرضى للعضلة، وارتباط اتساع خطوة الجرى ومسافة الوثب العالى بطول أجزاء الطرف السفلى للجسم... إلخ.

أسس إجراء القياسات الأنثروبومترية:

يحدد «لومان وزملاءه» Lohman et al ١٩٨٨ و«فرانك وسيلز» Frank & Syls 1974 بعض الأسس الخاصة بإجراء قياسات الجسم الإنسانى وتتمثل أهم تلك الأسس فيما يلى:

- ١- ضرورة التحديد الدقيق للنقاط التشريحية لجسم الإنسان .
- ٢- توحيد أوضاع القياس لجميع الأفراد المجرى عليهم القياس .
- ٣- التأكد من دقة المقاييس والأدوات المستخدمة فى القياس .
- ٤- استخدام الطرق الإحصائية المناسبة عند معالجة البيانات .
- ٥- أن يجرى القياس حيث يكون الفرد مرتديا المايوه فقط .
- ٦- إذا أجرى تكرار للقياس الأنثروبومتري على فترات متباعدة يجب أن يكون ذلك باستخدام نفس الأدوات وفى نفس الظروف .

كيفية تحديد النقاط التشريحية لجسم الإنسان:

تشير المراجع المتخصصة إلى أن النقاط التشريحية لجسم الإنسان يمكن تحديدها بعد دراسة على الهيكل العظمى واستخدام أشعة إكس X-rays كما أنه يمكن تحديدها والاستدلال عليها عن طريق:

- ١- البروزات العظمية والمناطق الغائرة على سطح الجسم الخارجى .
 - ٢- الانتشاءات الجلدية .
 - ٣- حدود بعض المناطق أو الأجزاء المغطاة بالشعر .
 - ٤- بعض المناطق البارزة فوق الجلد مثل حلمة الثدي .
- كما يمكن معرفة النقاط غير الظاهرة جيدا بواسطة تحريك الأصابع على أماكن اتصال العظام أو بروزاتها أو سطوحها، وبعد تحديد مكان النقط يمكن بواسطة قلم جاف وضع علامة عليها ليتم بعد ذلك إجراء عملية القياس .

القياسات الأنثروبومترية الأكثر استخداما فى المجال الرياضى:

نعرض فيما يلى نماذج لبعض القياسات الأنثروبومترية الأكثر استخداما فى المجال الرياضى وتشمل:

١- قياسات الأطوال : Measurement of Lengths

(قياس الطول الكلى للجسم - قياس أطوال بعض أجزاء الجسم).

٢- قياسات المحيطات : Measurement of Circumferences

٣- قياسات العروض (الاتساعات): Measurement of Widths

٤- قياسات سمك ثنايا الجلد : Measurement of Skinfolts وتقدير نسبة

الدهن بالجسم Percentage of body fat

٥- قياس وزن الجسم Measurement of body Weight

أولا: قياسات الأطوال: Measurement of Lengths

قياس الطول الكلى - أطوال أجزاء الجسم:

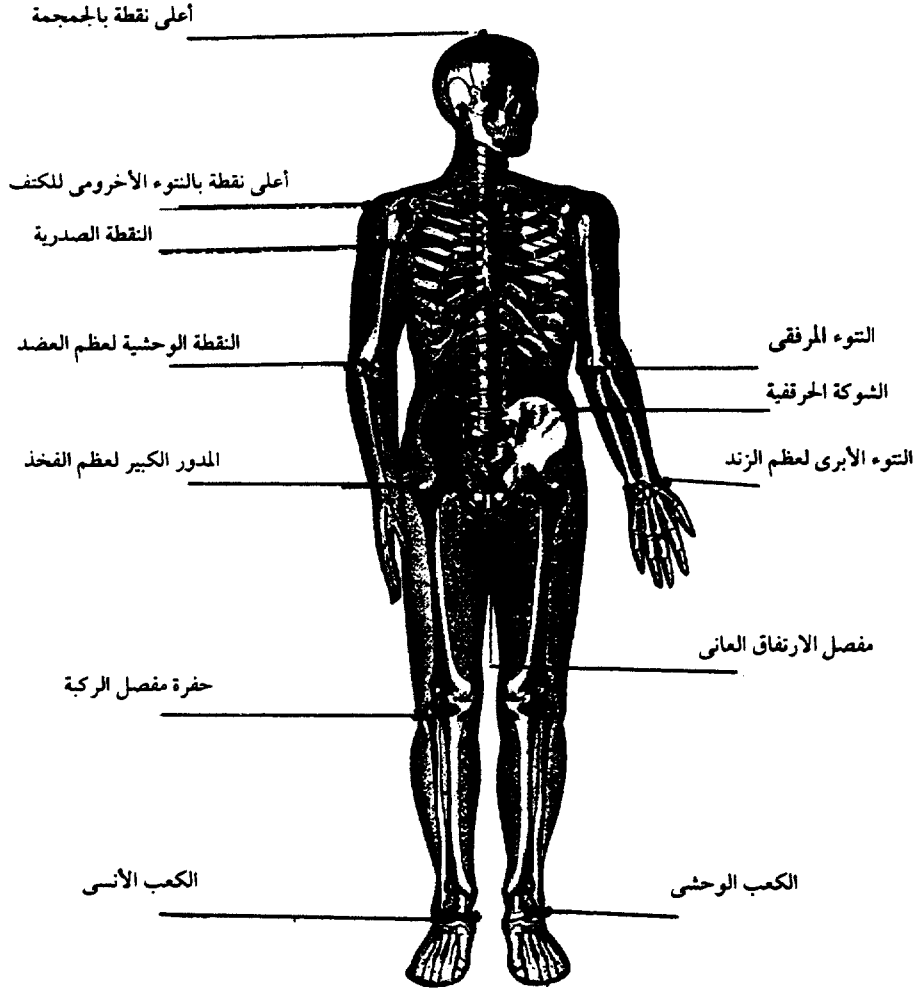
يستخدم لقياس الطول الكلى للجسم جهاز الرستاميت Restameter و لقياسات أطوال أجزاء الجسم المختلفة يستخدم شريط قياس مقسم بالسنتيمتر أو البوصة، وتجرى القياسات وفقا لما يلى:

١- قياس الطول الكلى للجسم: Body Height

يستخدم فى ذلك جهاز قياس طول القامة «الرستاميت» حيث يوضع الجهاز رأسيا على الأرض ويقف الفرد فى وضع معتدل بحيث يستند الظهر على القوائم الرأسى للجهاز والذى يكون موازيا لخط منتصف الجسم ويكون وضع الرأس معتدلا، ثم يتحرك المؤشر الأفقى لأسفل حتى يلامس أعلى نقطة بالرأس وتسجل القراءة.

والجدير بالذكر أنه وفقا للعامل الوراثى يمكن التنبؤ بطول الجسم المتوقع للناشئين من اللاعبين الذكور بناء على معرفة طول الجسم للأب والأم ويتم ذلك من خلال المعادلة التالية:

$$\frac{\text{طول الأب} + \text{طول الأم} \times 1,08}{2} = \text{الطول المتوقع للناشئ}$$



شكل (٤٧)
النقاط التشريحية لجسم الإنسان

أ- قياس طول الجذع Trunk Length:

من وضع الوقوف، يتم القياس من أعلى نقطة للرأس وحتى منتصف أعلى عظم العانة .

ب- قياس طول الذراع: Arm Length

من وضع الوقوف، يتم القياس من القمة الوحشية للتواء الأخرى لعظم اللوح وحتى نهاية السلامية الأخيرة للإصبع الوسطى .

ج - قياس طول العضد: Shoulder - Elbow Length

يقاس طول العضد من القمة الوحشية للتواء الأخرى لعظم اللوح وحتى النقطة الوحشية لعظم العضد .

د - قياس طول الساعد: Elbow - Wrist Length

يقاس طول الساعد من التواء المرفقى لعظم الزند وحتى التواء الأبرى لنفس العظم .

هـ - قياس طول الكف (اليد) : Hand Length

يقاس طول الكف من التواء الأبرى لعظم الكعبية وحتى نهاية السلامية الأخيرة للإصبع الوسطى .

و - قياس طول الرجل: Leg Length

يقف المختبر والقدمان متباعدتان قليلا، ثم يتم حساب طول الرجل عن طريق أخذ متوسط القياسين التاليين:

- القياس الأول: يتم من الشوكة الحرقفية العليا للعظم اللاسم له وحتى الكعب الوحشى لعظم القصبة .

- القياس الثانى: يتم من مفصل الارتفاع العانى وحتى الكعب الانسى لعظم القصبة أيضا .

ز - قياس طول الفخذ: Thigh Length

يقاس طول الفخذ من المدور الكبير لعظم الفخذ وحتى شق مفصل الركبة من الجهة الوحشية .

ح - قياس طول الساق: Tibial Length

يقاس طول الساق من شق مفصل الركبة من الجهة الوحشية وحتى الكعب الوحشى لعظم الشظية .

ط - قياس طول القدم: Foot Length

يستخدم برجل الأعراس ، وذلك لوضع أحد أرجل البرجل عند طرف الأصبع الكبير للقدم ، والطرف الآخر عند أبرز نقطة من عظم العقب ، تسجل القراءة .

ثانياً: قياس وزن الجسم Measurement of Body Weight

يستخدم الميزان الطبى لقياس وزن الجسم لأقرب نصف كيلوجرام ، ويؤخذ القياس بعد وقوف الشخص على منتصف قاعدة الميزان . ويفضل أن يكون ذلك فى الصباح الباكر وبعد دخول الحمام لتفريغ المثانة والأمعاء ، ويكون الشخص مرتديا لباس البحر فقط ، وتراعى نفس الشروط عند إعادة القياس على أن يستخدم نفس الميزان .

ثالثاً: قياسات المحيطات Measurement of Circumferences

(أ) قياس محيط الصدر Chest Circumference

يمكن أن تؤخذ القياسات لمحيط الصدر فى وضعين هما :

- محيط الصدر عند أخذ أقصى شهيق .

- محيط الصدر عند إخراج أقصى زفير .

فمن وضع الوقوف يرفع الشخص الذى يجرى عليه القياس ذراعيه جانبا ويوضع شريط القياس على جسمه بحيث يمر من الخلف أسفل الزاوية السفلى لعظمى اللوح . ومن الأمام أسفل شدى الحلمتين ، وبعد وضع شريط القياس ، يسقط المجرى عليه القياس الذراعين لأسفل فى الوضع العادى أو مع استخدام أقصى شهيق أو زفير .

(ب) قياس محيط العضد منبسط

Measurement of Biceps Extention Circumference

يؤخذ القياس والذراع ممتدة وموازية للأرض فى منتصف العضلة العضدية ذات الرأسين لأقصى محيط ، وقد يؤخذ هذا القياس من الوضع التشريحي العادى للذراع .

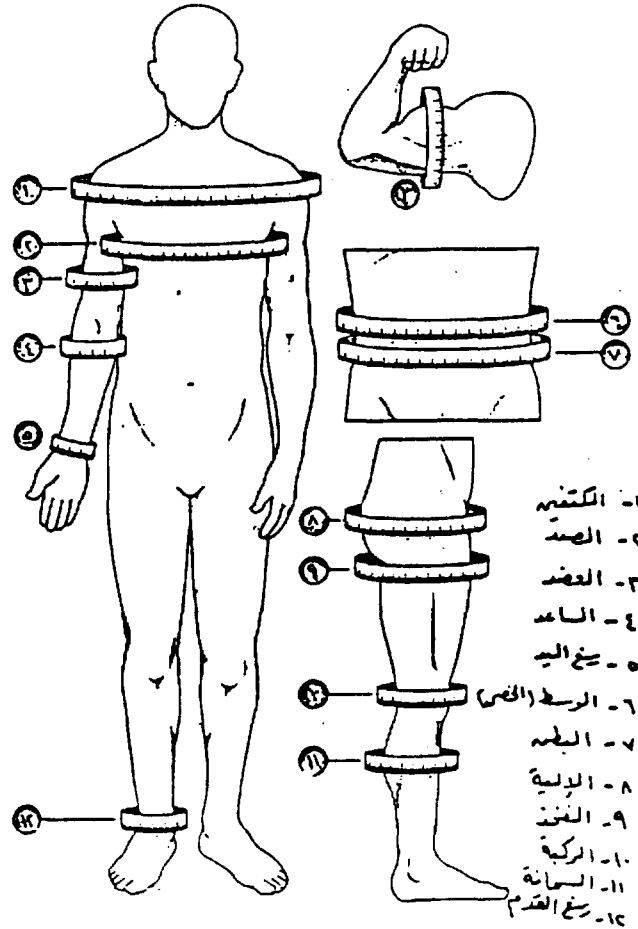
(ج) قياس محيط العضد منقبض

Measurement of Biceps Flection Circumference

يتم القياس والذراع منثنى ومع قبض العضلة ذات الرأسين العضدية، ويؤخذ القياس من منتصف العضد لأقصى محيط.

(د) قياس محيط الساعد

يؤخذ بوضع شريط القياس حول أكبر محيط للساعد، ويشترط أن يكون الذراع في الوضع الممتد.



شكل (٤٨)

قياس محيطات أجزاء الجسم

(هـ) محيط البطن Abdomen Circumference

وفيه يتم قياس أصغر محيط للبطن فوق السرة بمقدار ٢-٣ سم.

(و) محيط الفخذ Thigh Circumference

يقف المختبر والقدمان متباعدتان والمسافة بين القدمين مساوية لعرض الكتفين تقريبا، ويلف شريط القياس حول الفخذ بحيث يكون أفقيا ويمر من الخلف أسفل طية الإلية مباشرة، ويراعى عدم توتر عضلات الفخذ.

(ز) محيط الساق Calf Circumference

يقف المختبر كما فى القياس السابق، ثم يلف شريط القياس حول السمانة وفى أقصى محيط للساق.

رابعاً: قياس العروض (الاتساعات) Measurement of Widthes

يستخدم جهاز برجل الأعراض أو جهاز الأنثروبومتر فى قياس أعراض أجزاء الجسم وفقاً لما يلى:

١- عرض الكتفين Shoulders Width

توضع نهايتا أرجل برجل الأعراض على القمة الوحشية للتواء الأخرى لعظم اللوح لكلا جانبي الكتف وتسجل القراءة.

٢- عرض الصدر Chest's Width

يؤخذ القياس من وضع الوقوف مع تباعد الذراعين قليلاً عن الجسم ويتم حساب المسافة العرضية من مستوى الضلع الخامس والسادس.

٣- عرض الحوض Bi-iliac Width

توضع نهايتا أرجل برجل الأعراض على أكبر نقطتين متقدمتين أماماً من الجانب (الشوكتين الحرقفتين) وتسجل القراءة.

٤- عرض رسغ القدم Ankle Width

يتم القياس من وضع الوقوف، حيث تؤخذ المسافة بين الستوين البارزين لرسغ القدم.

٥- عرض الركبة Knee Width

يتم قياس أبعد مسافة عرضية لعظم الركبة فى وضع تكون فيه الركبة مثنية بزاوية ٩٠ درجة.

٦- عرض المرفق Elbow Width

يتم قياس المسافة بين بروزى مؤخرة عظم العضد أسفل المرفق ومن وضع ثنى مفصل المرفق.

٧- عرض رسغ اليد Wrist Width

يتم قياس المسافة بين نهايتى عظم الكعبرة والزند.

إجراءات تقدير وزن الكتلة العضلية للجسم: MMW

يمكن تقدير وزن الكتلة العضلية للجسم من خلال النتائج التى يمكن الحصول عليها من قياسات محيطات أجزاء الجسم السابق شرحها، ويستخدم فى ذلك تحديدا قياسات محيطات الأطراف، وهى أربعة قياسات تؤخذ فى وضع الانبساط (الارتخاء):

١ - محيط العضد Biceps Circumference.

٢ - محيط الساعد Forearm Circumference.

٣ - محيط الفخذ Thigh Circumference.

٤ - محيط الساق Calf Circumference.

حيث يتم حساب متوسط محيطات الأطراف من خلال المعادلة التالية:

$$\text{متوسط محيط الأطراف} = \frac{\text{محيط العضد} + \text{محيط الساعد} + \text{محيط الفخذ} + \text{محيط الساق}}{4 \times 3,14}$$

يلى ذلك حساب وزن الكتلة العضلية للجسم من خلال المعادلة التالية:

$$\text{وزن الكتلة العضلية MMW بالكيلوجرامات} \\ = [\text{الطول (سم)} \times (\text{متوسط محيط الأطراف})^2 \times ٦,٥]$$

إجراءات تقدير وزن الهيكل العظمى: Estimated of Skeletal

يمكن تقدير وزن الهيكل العظمى من جراء قياسات أعراض العظام الأربع التالية: (عرض المرفق Elbow - عرض رسغ اليد Wrist - عرض الركبة Knee - عرض رسغ القدم Ankle).

حيث يتم جمع قياسات أعراض العظام الأربع ثم قسمتها على ٤ ليؤخذ المتوسط، ثم يضرب الناتج فى نفسه لينتج (متوسط عرض العظام الأربع)^٢، ثم تستخدم المعادلة التالية فى حساب وزن الهيكل العظمى:

$$\text{وزن الهيكل العظمى} = \frac{\text{طول الجسم} + (\text{متوسط عرض العظام الأربع})^2 \times ١,٢}{١٠٠}$$

خامسا: قياسات سمك ثنايا الجلد Skin fold وتقدير نسبة الدهون:

من أكثر الطرق استخداما لتقدير نسبة الدهون بالجسم هى طريقة قياس سمك الثنايا الجلدية، وفيها يستخدم مقياس سمك الثنايا الجلدية شكل (٥٠) حيث يمسك الجهاز باليد اليمنى وتمسك منطقة القياس باليد اليسرى، ويتم القبض على ثنية الجلد بواسطة إصبع الإبهام والأصابع الأربعة الأخرى ثم تجذب منطقة القياس للخارج، ويفتح الجهاز فتحة تكفى لاستيعاب هاتين الطبقتين كاملتين، ويوضع على جانبي الأصابع الممسكة بالجلد، تحبس منطقة القياس بواسطة طرفي الجهاز الذى يعبر مؤشره مباشرة عن سمك طبقتين من الجلد فى المنطقة المقاسة، وغالبا ما تمسك مناطق القياس فى مستوى رأسى ويمسك المقياس أفقيا، إلا أنه يتم تغيير المستوى عندما تتطلب ثنية الجلد الطبيعية ذلك.

مناطق الجسم الأكثر استخداماً في قياسات سمك ثنايا الجلد والدهن:

هناك العديد من مناطق الجسم تستخدم في قياس سمك ثنايا الجلدية لتقدير نسبة الدهن بالجسم، ومن أبرز هذه المناطق ما يلي:

١- سمك ثنايا الجلد في منطقة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة Triceps
تؤخذ ثنية أفقية «Horizontal» في الجلد فوق العضلة ذات الرؤوس الثلاثة في منتصف المسافة بين النتوء المرفقي (Olecranon Process) والنتوء الأخرومي (Acromion) عندما يكون مفصل المرفق ممتداً.

٢- سمك ثنايا الجلد في منطقة الصدر Chest
تؤخذ ثنية مائلة (Diagonal Fold) في منتصف الخط الوهمي بين الإبط وحلمة الصدر بالنسبة للرجال ويكون أقرب إلى الإبط (ثلث المسافة) للنساء.

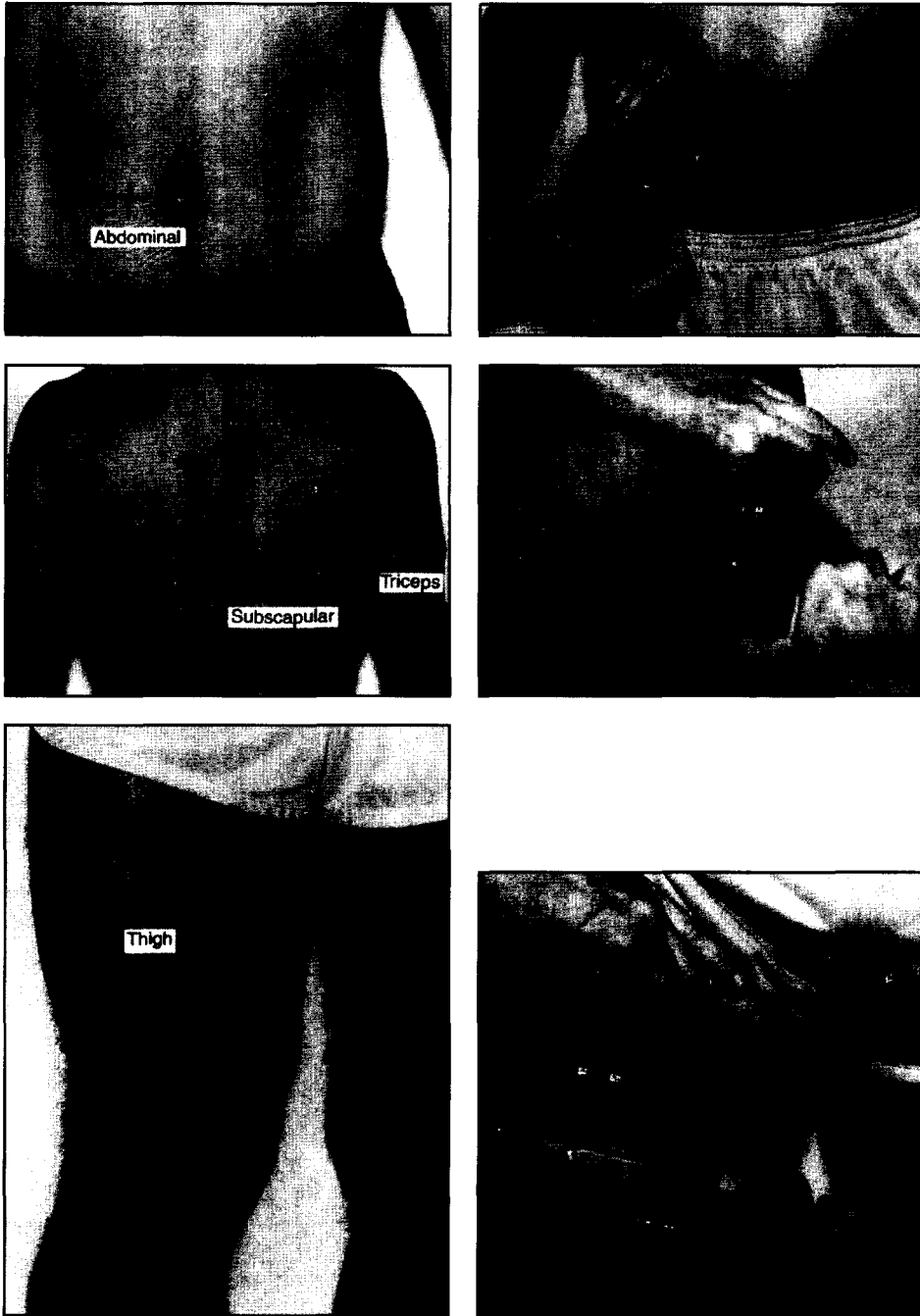
٣- سمك طية الجلد في منطقة ما تحت عظم لوح الكتف Subscapular
تؤخذ ثنية مائلة (Diagonal) تحت الزاوية السفلى لعظم لوح الكتف باتجاه العمود الفقري.

٤- سمك طية الجلد في منطقة البطن Abdominal
تؤخذ ثنية أفقية (Horizontal) على جانب السرة (حوالي ٢ سم).

٥- سمك طية الجلد في منطقة الفخذ Thigh
تؤخذ ثنية أفقية (Horizontal) في الجهة الأمامية وفي منتصف المسافة بين مفصل الركبة ومفصل الورك.

٦- سمك طية الجلد فوق العظم الحرقفي Suprailiac
تؤخذ ثنية مائلة (Diagonal) فوق عظم الحرقفة مباشرة.

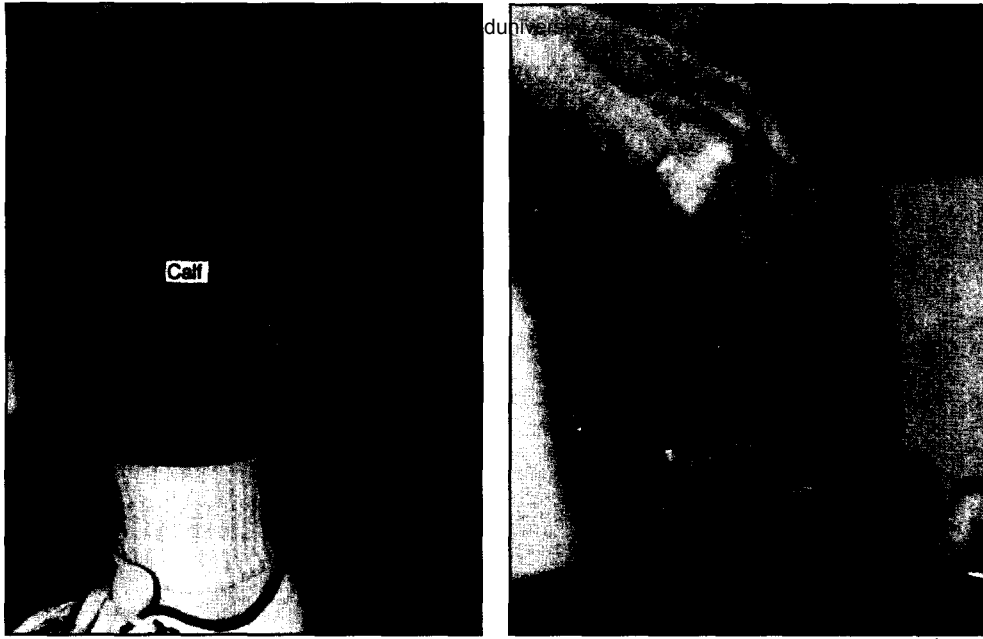
٧- سمك طية الجلد في منطقة الساق Calf
تؤخذ ثنية أفقية (Horizontal) في الجهة الإنسية عند أكبر محيط للساق.



شكل (٥٠)

يوضح طرق قياس سمك ثنايا الجلد من مناطق (البطن - خلف العضد - الفخذ)

نقلا عن: «هيوارد» 1998 Heyward



شكل (٥٢)

استخدام جهاز Skinfold فى قياس سمك ثنايا الجلد والدهن (العضلة التوأمية للساق Calf Skinfold قبضة طية الجلد رأسيا واستخدام الجهاز فى الوضع الأفقى



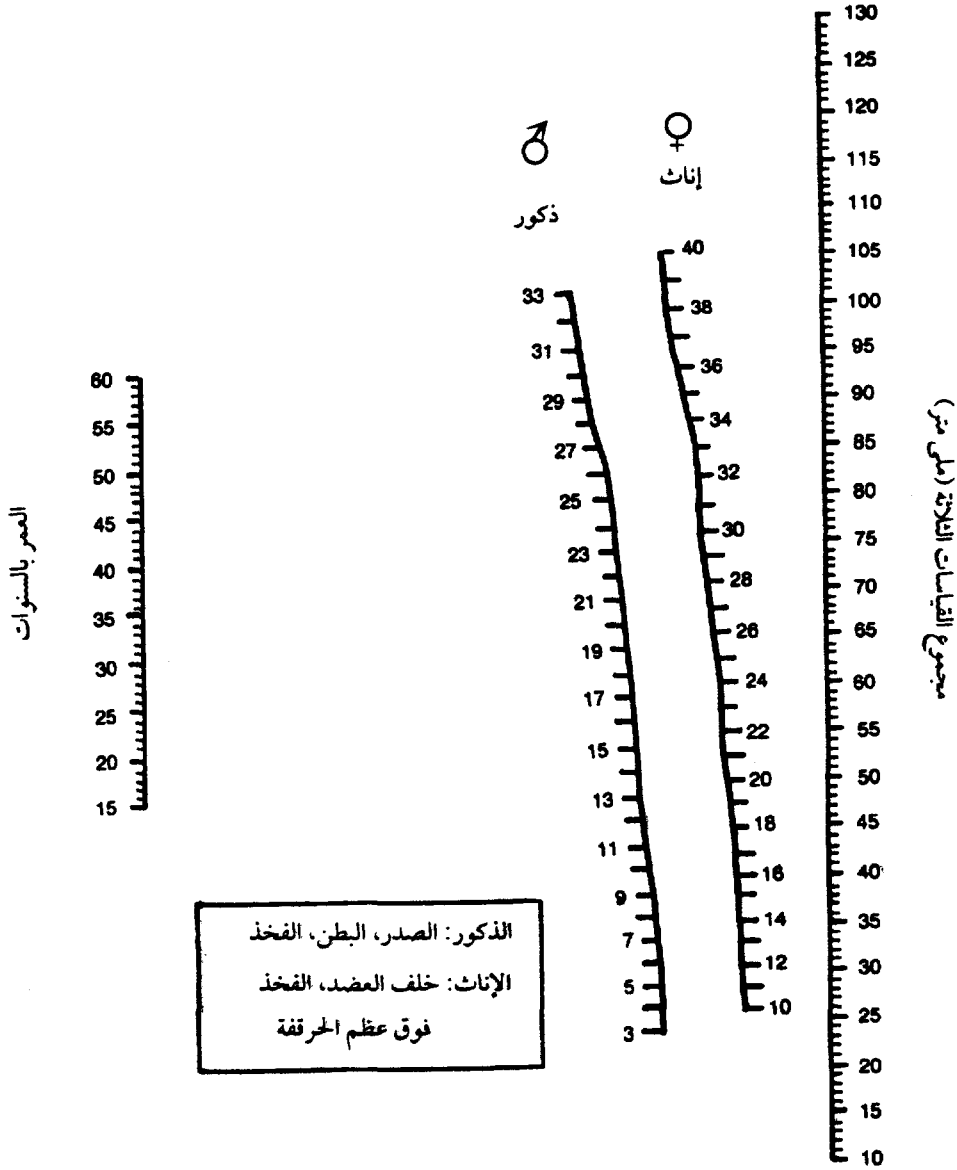
شكل (٥٣)

المؤلف أثناء تقديره نسبة الدهن ومكونات التركيب الجسمى لمجموعة من الأطفال البدناء باستخدام جهاز Body Composition Analyzer (BCA) فى بعض العينات البحثية

نموذج لاستخدام طريقة الجداول فى تقدير نسبة الدهن بالجسم

فى هذه الطريقة يتم أخذ ثلاث قياسات هى للذكور (الصدر Chist، والبطن Abdomen، والفخذ Thigh) وبالنسبة للإناث هى: (خلف العضد Triceps، والفخذ Thigh، وفوق عظم الحرقفة Suprailium)، ويتم جمع مقدار القياسات الثلاث ويكشف عنها فى الجداول الخاصة بذلك والمحددة للذكور جدول (٣٧) والإناث جدول (٣٨) بحيث يلاحظ الرقم الدال على مجموع هذه القياسات فى خانة البيانات الرأسية لدى قياسات سمك ثنايا الجلد والدهن وما يقابل ذلك لدى من رقم على المستوى الأفقى للمراحل العمرية المختلفة ونقطة التقاء الرقم الرأسى بما يقابله من رقم أفقى هى المعبرة عن تقدير النسبة المئوية للدهن.

ويمكن استخدام طريقة المخطط البيانى (النوموجرام) كما هو موضح بالشكل (٤٨) فى تقدير النسبة المئوية للدهن من خلال توصيل خط بين القائم الرأسى الأيسر الدال على عمر الشخص وبين القائم الرأسى الأيمن الذى يدل على مجموع الثلاث قياسات المأخوذة لسمك ثنايا الجلد والدهن، وتلاحظ القراءة الموجودة عند نقطة التقاء هذا الخط بأحد الخطين اللذين يتوسطان النوموجرام، فتكون القراءة هى ما يدل على النسبة المئوية للدهن لدى الذكور Males (الخط الأيسر) أو الإناث Females (الخط الأيمن) كما هو موضح بالرسم.



شكل (٥١)

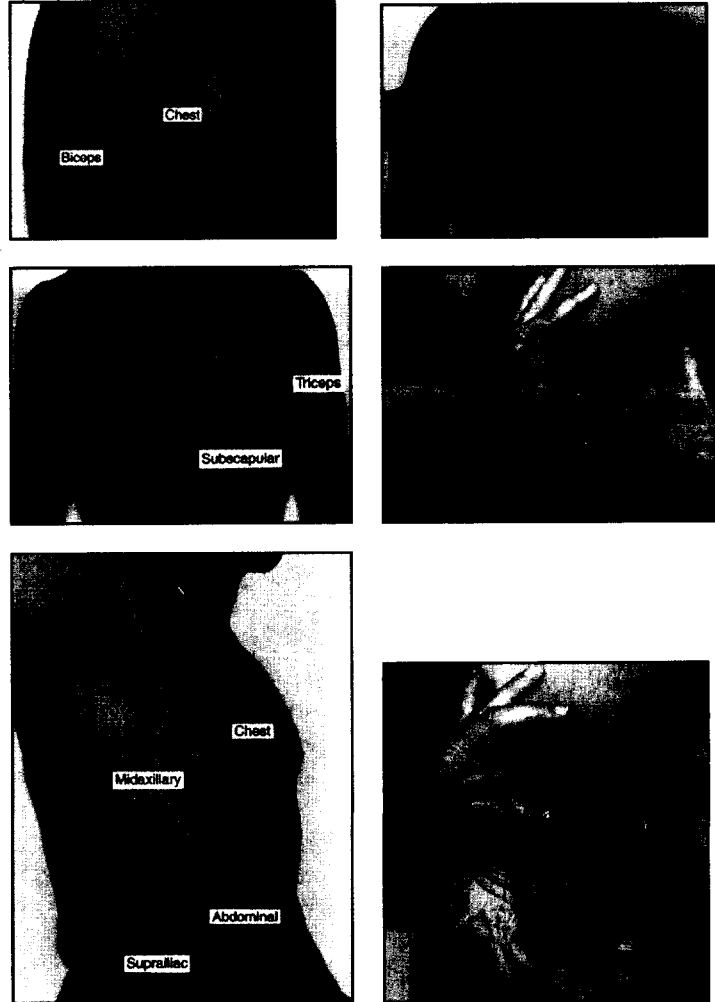
مخطط بياني Nomogram لتقدير نسبة الشحوم بالجسم
من مجموع ثلاثة قياسات لسلك ثانياً الجلد
نقلا عن: Sharkey, 1986, p. 123

ولتقدير نسبة الدهون بالجسم باستخدام قياسات سمك الثنايا الجلدية، يتم أخذ عدة قياسات من مناطق مختلفة بالجسم، ويستخدم في ذلك عادة ثلاث طرق لتقدير واستخلاص النتائج هما:

١- طريقة الجداول Tables Method.

٢- طريقة المخطط البياني (النوموجرام) The Nomogram.

٣- طريقة المعادلات Equations.



شكل (٤٩)

يوضح بعض مناطق وطرق قياس سمك ثنايا الجلد والدهن (الصدر - أسفل عظم

اللوح - فوق العظم الحرقفي) عن «هيوارد» Heyward, 1998

جدول (٣٧)

تقدير النسبة المئوية للدهن من ثلاث قياسات (رجال)

Percent Fat Estimates for Three Sites-Men

المرحلة العمرية									مجموع ثلاث قياسات
٥٨ ≤	٥٧-٥٣	٥٢-٤٨	٤٧-٤٣	٤٢-٣٨	٣٧-٣٣	٣٢-٢٨	٢٧-٢٣	٢٢-١٨	
٨,١	٧,٣	٦,٥	٥,٧	٤,٩	٤,٢	٣,٤	٢,٦	١,٨	١٢-٨
٩,٩	٩,١	٨,٤	٧,٦	٦,٨	٦,٠	٥,٢	٤,٤	٣,٦	١٧-١٣
١١,٧	١٠,٩	١٠,١	٩,٣	٨,٦	٧,٨	٧,٠	٦,٢	٥,٤	٢٢-١٨
١٣,٤	١٢,٦	١١,٩	١١,١	١٠,٣	٩,٥	٨,٧	٧,٩	٧,١	٢٧-٢٣
١٥,١	١٤,٣	١٣,٥	١٢,٨	١٢,٠	١١,٢	١٠,٤	٩,٦	٨,٨	٣٢-٢٨
١٦,٧	١٥,٩	١٥,٢	١٤,٤	١٣,٦	١٢,٨	١٢,٠	١١,٢	١٠,٤	٣٧-٣٣
١٨,٣	١٧,٥	١٦,٧	١٥,٩	١٥,٢	١٤,٤	١٣,٦	١٢,٨	١٢,٠	٤٢-٣٨
١٩,٨	١٩,٠	١٨,٣	١٧,٥	١٦,٧	١٥,٩	١٥,١	١٤,٣	١٣,٥	٤٧-٤٣
٢١,٣	٢٠,٥	١٩,٧	١٨,٩	١٨,١	١٧,٤	١٦,٦	١٥,٨	١٥,٠	٥٢-٤٨
٢٢,٧	٢١,٩	٢١,١	٢٠,٣	١٩,٦	١٨,٨	١٨,٠	١٧,٢	١٦,٤	٥٧-٥٣
٢٤,١	٢٣,٣	٢٢,٥	٢١,٧	٢٠,٩	٢٠,١	١٩,٣	١٨,٥	١٧,٨	٦٢-٥٨
٢٥,٤	٢٤,٦	٢٣,٨	٢٣,٠	٢٢,٢	٢١,٤	٢٠,٦	١٩,٩	١٩,١	٦٧-٦٣
٢٦,٦	٢٥,٨	٢٥,١	٢٤,٣	٢٣,٥	٢٢,٧	٢١,٩	٢١,١	٢٠,٣	٧٢-٦٨
٢٧,٨	٢٧,٠	٢٦,٣	٢٥,٥	٢٤,٧	٢٣,٩	٢٣,١	٢٢,٣	٢١,٥	٧٧-٧٣
٢٩,٠	٢٨,٢	٢٧,٤	٢٦,٦	٢٥,٨	٢٥,٠	٢٤,٣	٢٣,٥	٢٢,٧	٨٢-٧٨
٣٠,١	٢٩,٣	٢٨,٥	٢٧,٧	٢٦,٩	٢٦,١	٢٥,٣	٢٤,٦	٢٣,٨	٨٧-٨٣
٣١,١	٣٠,٣	٢٩,٦	٢٨,٨	٢٨,٠	٢٧,٢	٢٦,٤	٢٥,٦	٢٤,٨	٩٢-٨٨
٣٢,١	٣١,٣	٣٠,٥	٢٩,٨	٢٩,٠	٢٨,٢	٢٧,٤	٢٦,٦	٢٥,٨	٩٧-٩٣
٣٣,١	٣٢,٣	٣١,٥	٣٠,٧	٢٩,٩	٢٩,١	٢٨,٣	٢٧,٥	٢٦,٧	١٠٢-٩٨
٣٣,٩	٣٣,٢	٣٢,٤	٣١,٦	٣٠,٨	٣٠,٠	٢٩,٣	٢٨,٤	٢٧,٦	١٠٧-١٠٣
٣٤,٨	٣٤,٠	٣٣,٢	٣٢,٤	٣١,٦	٣٠,٨	٣٠,١	٢٩,٣	٢٨,٥	١١٢-١٠٨
٣٥,٦	٣٤,٨	٣٤,٠	٣٣,٢	٣٢,٤	٣١,٦	٣٠,٨	٣٠,٠	٢٩,٣	١١٧-١١٣
٣٦,٣	٣٥,٥	٣٤,٧	٣٣,٩	٣٣,١	٣٢,٤	٣١,٦	٣٠,٨	٣٠,٠	١٢٢-١١٨
٣٧,٠	٣٦,٢	٣٥,٤	٣٤,٦	٣٣,٨	٣٣,٠	٣٢,٢	٣١,٥	٣٠,٧	١٢٧-١٢٣
٣٧,٦	٣٦,٨	٣٦,٠	٣٥,٢	٣٤,٤	٣٣,٧	٣٢,٩	٣٢,١	٣١,٣	١٣٢-١٢٨
٣٨,٢	٣٧,٤	٣٦,٦	٣٥,٨	٣٥,٠	٣٤,٢	٣٣,٤	٣٢,٧	٣١,٩	١٣٧-١٣٣
٣٨,٧	٣٧,٩	٣٧,١	٣٦,٣	٣٥,٥	٣٤,٨	٣٤,٠	٣٣,٢	٣٢,٤	١٤٢-١٣٨
٣٩,٢	٣٨,٤	٣٧,٦	٣٦,٨	٣٦,٠	٣٥,٢	٣٤,٤	٣٣,٦	٣,٩	١٤٧-١٤٣
٣٩,٦	٣٨,٨	٣٨,٠	٣٧,٢	٣٦,٤	٣٥,٦	٣٤,٨	٣٤,١	٣٣,٣	١٥٢-١٤٨
٣٩,٩	٣٩,٢	٣٨,٤	٣٧,٦	٣٦,٨	٣٦,٠	٣٥,٢	٣٤,٤	٣٣,٦	١٥٧-١٥٣
٤٠,٣	٣٩,٥	٣٨,٧	٣٧,٩	٣٧,١	٣٦,٣	٣٥,٥	٣٤,٧	٣٣,٩	١٦٢-١٥٨
٤٠,٥	٣٩,٧	٣٨,٩	٣٨,١	٣٧,٤	٣٦,٦	٣٥,٨	٣٥,٠	٣٤,٢	١٦٧-١٦٣
٤٠,٧	٣٩,٩	٣٩,١	٣٨,٤	٣٧,٦	٣٦,٨	٣٦,٠	٣٥,٢	٣٤,٤	١٧٢-١٦٨
٤٠,٩	٤٠,١	٣٩,٠	٣٨,٥	٣٧,٧	٣٦,٩	٣٦,١	٣٥,٣	٣٤,٦	١٧٧-١٧٣
٤١,٠	٤٠,٢	٣٩,٤	٣٨,٦	٣٧,٨	٣٧,٠	٣٦,٢	٣٥,٤	٣٤,٧	١٨٢-١٧٨

تقدير النسبة المئوية للدهن من ثلاث قياسات (سيدات)

Percent Fat Estimates for Three Sites-Women

المرحلة العمرية									مجموع ثلاث قياسات
٥٨ ≤	٥٧-٥٣	٥٢-٤٨	٤٧-٤٣	٤٢-٣٨	٣٧-٣٣	٣٢-٢٨	٢٧-٢٣	٢٢-١٨	
١٠,٣	١٠,١	٩,٩	٩,٧	٩,٥	٩,٤	٩,٢	٩,٠	٨,٨	١٢-٨
١٢,٢	١٢,٠	١١,٨	١١,٧	١١,٥	١١,٣	١١,١	١٠,٩	١٠,٨	١٧-١٣
١٤,١	١٣,٩	١٣,٧	١٣,٥	١٣,٤	١٣,٢	١٣,٠	١٢,٨	١٢,٦	٢٢-١٨
١٥,٩	١٥,٧	١٥,٦	١٥,٤	١٥,٢	١٥,٠	١٤,٨	١٤,٦	١٤,٥	٢٧-٢٣
١٧,٧	١٧,٥	١٧,٣	١٧,١	١٧,٠	١٦,٨	١٦,٦	١٦,٤	١٦,٢	٣٢-٢٨
١٩,٤	١٩,٢	١٩,٠	١٨,٩	١٨,٧	١٨,٥	١٨,٣	١٨,١	١٧,٩	٣٧-٣٣
٢١,١	٢٠,٩	٢٠,٧	٢٠,٥	٢٠,٣	٢٠,٢	٢٠,٠	١٩,٨	١٩,٦	٤٢-٣٨
٢٢,٧	٢٢,٥	٢٢,٣	٢٢,١	٢١,٩	٢١,٨	٢١,٦	٢١,٤	٢١,٢	٤٧-٤٣
٢٤,٢	٢٤,٠	٢٣,٨	٢٣,٧	٢٣,٥	٢٣,٣	٢٣,١	٢٢,٩	٢٢,٨	٥٢-٤٨
٢٥,٧	٢٥,٥	٢٥,٣	٢٥,٢	٢٥,٠	٢٤,٨	٢٤,٦	٢٤,٤	٢٤,٢	٥٧-٥٣
٢٧,١	٢٧,٠	٢٦,٨	٢٦,٦	٢٦,٤	٢٦,٢	٢٦,٠	٢٥,٩	٢٥,٧	٦٢-٥٨
٢٨,٥	٢٨,٣	٢٨,٢	٢٨,٠	٢٧,٨	٢٧,٦	٢٧,٤	٢٧,٢	٢٧,١	٦٧-٦٣
٢٩,٨	٢٩,٧	٢٩,٥	٢٩,٣	٢٩,١	٢٨,٩	٢٨,٧	٢٨,٦	٢٨,٤	٧٢-٦٨
٣١,١	٣٠,٩	٣٠,٧	٣٠,٦	٣٠,٤	٣٠,٢	٣٠,٠	٢٩,٨	٢٩,٦	٧٧-٧٣
٣٢,٣	٣٢,١	٣١,٩	٣١,٨	٣١,٦	٣١,٤	٣١,٢	٣١,٠	٣٠,٩	٨٢-٧٨
٣٣,٥	٣٣,٣	٣٣,١	٣٢,٩	٣٢,٧	٣٢,٦	٣٢,٤	٣٢,٢	٣٢,٠	٨٧-٨٣
٣٤,٦	٣٤,٤	٣٤,٢	٣٤,٠	٣٣,٨	٣٣,٧	٣٣,٥	٣٣,٣	٣٣,١	٩٢-٨٨
٣٥,٦	٣٥,٤	٣٥,٢	٣٥,١	٣٤,٩	٣٤,٧	٣٤,٥	٣٤,٣	٣٤,١	٩٧-٩٣
٣٦,٦	٣٦,٤	٣٦,٢	٣٦,٠	٣٥,٩	٣٥,٧	٣٥,٥	٣٥,٣	٣٥,١	١٠٢-٩٨
٣٧,٥	٣٧,٣	٣٧,٢	٣٧,٠	٣٦,٨	٣٦,٦	٣٦,٤	٣٦,٢	٣٦,١	١٠٧-١٠٣
٣٨,٤	٣٨,٢	٣٨,٠	٣٧,٩	٣٧,٧	٣٧,٥	٣٧,٣	٣٧,١	٣٦,٩	١١٢-١٠٨
٣٩,٥	٣٩,٨	٣٩,٦	٣٩,٤	٣٩,٢	٣٨,٣	٣٨,١	٣٧,٩	٣٧,٨	١١٧-١١٣
٤٠,٦	٤٠,٤	٤٠,٢	٤٠,٠	٣٩,٨	٣٩,٦	٣٩,٤	٣٩,٢	٣٨,٥	١٢٢-١١٨
٤١,٧	٤١,٥	٤١,٣	٤١,١	٤٠,٩	٤٠,٧	٤٠,٥	٤٠,٣	٤٠,١	١٢٧-١٢٣
٤٢,٨	٤٢,٦	٤٢,٤	٤٢,٢	٤٢,٠	٤١,٨	٤١,٦	٤١,٤	٤١,٢	١٣٢-١٢٨
٤٣,٩	٤٣,٧	٤٣,٥	٤٣,٣	٤٣,١	٤٢,٩	٤٢,٧	٤٢,٥	٤٢,٣	١٣٧-١٣٣
٤٤,٠	٤٣,٨	٤٣,٦	٤٣,٤	٤٣,٢	٤٣,٠	٤٢,٨	٤٢,٦	٤٢,٤	١٤٢-١٣٨
٤٥,١	٤٤,٩	٤٤,٧	٤٤,٥	٤٤,٣	٤٤,١	٤٣,٩	٤٣,٧	٤٣,٥	١٤٧-١٤٣
٤٦,٢	٤٦,٠	٤٥,٨	٤٥,٦	٤٥,٤	٤٥,٢	٤٥,٠	٤٤,٨	٤٤,٦	١٥٢-١٤٨
٤٧,٣	٤٧,١	٤٦,٩	٤٦,٧	٤٦,٥	٤٦,٣	٤٦,١	٤٥,٩	٤٥,٧	١٥٧-١٥٣
٤٨,٤	٤٨,٢	٤٨,٠	٤٧,٩	٤٧,٧	٤٧,٥	٤٧,٣	٤٧,١	٤٦,٩	١٦٢-١٥٨
٤٩,٥	٤٩,٣	٤٩,١	٤٨,٩	٤٨,٧	٤٨,٥	٤٨,٣	٤٨,١	٤٧,٩	١٦٧-١٦٣
٥٠,٦	٥٠,٤	٥٠,٢	٥٠,٠	٤٩,٨	٤٩,٦	٤٩,٤	٤٩,٢	٤٩,٠	١٧٢-١٦٨
٥١,٧	٥١,٥	٥١,٣	٥١,١	٥٠,٩	٥٠,٧	٥٠,٥	٥٠,٣	٥٠,١	١٧٧-١٧٣
٥٢,٨	٥٢,٦	٥٢,٤	٥٢,٢	٥٢,٠	٥١,٨	٥١,٦	٥١,٤	٥١,٢	١٨٢-١٧٨

مثال:

إذا كان مجموع قياسات سمك ثنایا الجلد (ثلاث مناطق) لأحد اللاعبين (ذكور) ٣٠ مم، وكان عمر اللاعب ٢٥ سنة، فما هو مقدار النسبة المئوية للدهن لديه؟

الحل:

حيث إن مجموع قياسات هذا اللاعب تقع فى المدى ٢٨ - ٣٢ فى العمود الرأسى للجدول، وبملاحظة ذلك الرقم أفقيا وأسفل المرحلة العمرية التى يقع هذا اللاعب ضمنها وهى المرحلة من ٢٣-٢٧ سنة، فإن الرقم الذى يقابل ذلك هو النسبة المئوية التى مقدارها ٩,٦ ٪ .

نحمد الله

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- 8 - American College of Sports Medicine (1995): ACSM'S Guidelines For Exercise Testing and Prescription Baltimore, Williams & Wilkins.
- 9 - Baltaci, A.K., Mogulkoc R., Kelestimur H. Ozmerdivenli R., Kutlu S. (1997): Determination of Some Respiratory Parameters and hematuria and Proteinuria in Young Boxers Following a Match, Spot. Hekimligi, Dorgisi, Turkish Journal of Sports Medicine (Tzmir) 32 (1) Mar, pp 17 - 26.
- 10 - Bouchard C., Shephard R. J. and Stephens T. (1993): Physical Activity, Fitness, and Health, Human Kinetics Publishers, USA.
- 11 - Brouns, F. (1993): Nutritional Needs of Athletes, John Wiley & Sons Ltd, Baffins Lane, Chichester, England.
- 12 - Bruess C. and Richardson G. (1992): Decisions for Health, 3ed., WCB, Wm. C. Brown Publishers USA.
- 13 - Corbin C.B. and Lindsey R. (1999): Fitness and Wellness, Vol.2 Mc Graw Hill Co. Inc. Boston, Massachusetts Burr Ridge, Illinois Dubugue, Iowa Madison, Wisconsin, New York, San Francisco, California St. Louis, Missouri.
- 14 - De Vries H.A. (1986): Physiology of Exercise, 4th ed. Wm. C. Brown Publishers. All Right Reserved, USA.
- 15 - Fox E. L., and Mathews D.K. (1981): The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, 2nd ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia. London. Toronto.
- 16 - Ganong, W.F. (1995): Review of Medical Physiology, International Ed. 17th, Appleton & Lang, A Simon & Schuster Co. Asia Pte. Ltd. Singapore.

- 17 - Golding L.A., Myers C.R. and Sinning W.E. (1989): Y`S Way to Physical Fitness, Human Kinetics Publishers, Inc. YMCA of The USA.
- 18 - Heyward, V.H. (1998): Advanced Fitness Assessment Exercise Prescription, 3rd. Ed., Human Kinetics, USA..
- 19 - Internationa Dance - Exercise Association (IDEA) Foundation (1987): Aerobic Dance - Exercise Instruction Manual. USA.
- 20 - International Olymbic Committee (1992): Strength and Power in Sport, Blackwell Science Ltd, Oxford, London.
- 21 - Lamb D.R. (1984): Physiology of Exercise, Responses and Adaptations, 2nd ed. Macmillan Publishing Co. USA.
- 22 - Mader S.A. (2001): Understanding Human Anatomy and Physiology, 4th ed. Mc Graw Hill, Boston Burr Ridge, Il Dubuque, IA Madison, WI New York San Francisvo St. Louis.
- 23 - Maud. P.J. and Foster, C. (1995): Physiological Assessment of Human Fitness, Human Kinetics, USA.
- 24 - Mc Ardle, W.D., Katch F.I. and Katch V.L. (1996): Exercise Physiology, Energy, Nutrition, and Human Performance, Lea & Febiger, Philadelphia.
- 25 - Mc Ardle, W.D., Katch F.I. and Katch V.L (1984): Exercise Physiology, Energy, Nutriton, and Human Performance, 2nd ed., Philadelphia.
- 26 - Noble B.J. (1986): Physiology of Exercise and Sport, Times Mirror, Mosby College Publishing Co. USA.
- 27 - Powers S.K. and Howley E.T. (2001): Exercise Physiology, Theory and Application to Fitness and Performance, 4th ed., WCB Mc Graw - Hill Co.
- 28 - Prentice, W.E. (1997): Fitness for College and Life, 5th.Ed, Mosby - Year, Inc, USA.

- 29 - Rhoades R. and Pflanzner R. (1996): **Human Physiology**, 3rd ed. Saunders College Publishing, Fort Worth Philadelphia, San Diego, New York, Orlando, Austin, San Antonio, Toronto, Monntreal, London, Sydney, Tokyo.
- 30 - Robbins G., Powers D., Burgess S. (1999): **A Wellness Way of Life**, 4th ed, Mc Grow - Hill Co., Inc.
- 31 - Robergs R.A. and Roberts S.O. (2000): **Exercise Physiology for Fitness, Performance, and Health**, Mc Graw - Hill Co.
- 32 - Robergs, R.A. and Roberts, S.O. (1997): **Exercise Physiology, Exercise, Performance and Clinical Applications**, Mosby - Year Book, Inc. USA.
- 33 - Safrit, M.J. and Wood, T.M. (1995): **Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science**, 3rd. Ed, Mosby Year Book, Inc. USA.
- 34 - Sharkey, B.J. (1986): **Coaches Guide to Sport Physiology**, Human Kinetics Publishers, INC, Champaign, Illinois, USA.
- 35 - Shaver L.G. (1981): **Essentials of Exercise Physiology**, Burgess Publishing Company, USA.
- 36 - Tortora G.J. (2000): **Principles of Anatomy and Physiology**, 9eth ed. John Wiley & Sons, INC, New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto.
- 37 - Wilmore, J.H. (1982): **Training for Sport and Activity, The Physiologival Basis of The Conditioning Process**, 2nd ed. Allyn and Bacon, INC, Boston, London, Sydney, Toronto.
- 38 - Yaman H., Senturk U., Ozer M.K. (1998): **The Effect of Exercise on Urinary Protein Excretion in Cross-Contry Runnery**, *Journal of Sport - Hekimligi - dergisi Turkis - Journal of Sports Medicine (Izmir)* 33 (2), pp 77 - 86.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- 8 - American College of Sports Medicine (1995): ACSM'S Guidelines For Exercise Testing and Prescription Baltimore, Williams & Wilkins.
- 9 - Baltaci, A.K., Mogulkoc R., Kelestimur H. Ozmerdivenli R., Kutlu S. (1997): Determination of Some Respiratory Parameters and hematuria and Proteinuria in Young Boxers Following a Match, Spot. Hekimligi, Dorgisi, Turkish Journal of Sports Medicine (Tzmir) 32 (1) Mar, pp 17 - 26.
- 10 - Bouchard C., Shephard R. J. and Stephens T. (1993): Physical Activity, Fitness, and Health, Human Kinetics Publishers, USA.
- 11 - Brouns, F. (1993): Nutritional Needs of Athletes, John Wily & Sons Ltd, Baffins Lane, Chichester, England.
- 12 - Bruess C. and Richardson G. (1992): Decisions for Health, 3ed., WCB, Wm. C. Brown Publishers USA.
- 13 - Corbin C.B. and Lindsey R. (1999): Fitness and Wellness, Vol.2 Mc Graw Hill Co. Inc. Boston, Massachusetts Burr Ridge, Illinois Dubugue, Iowa Madison, Wisconsin, New York, San Francisco, California St. Louis, Missouri.
- 14 - De Vries H.A. (1986): Physiology of Exercise, 4th ed. Wm. C.Brown Publishers. All Right Reserved, USA.
- 15 - Fox E. L., and Mathews D.K. (1981): The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, 2nd ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia. London. Toronto.
- 16 - Ganong, W.F. (1995): Review of Medical Physiology, International Ed. 17enth, Appleton & Lang, A Simon & Schuster Co. Asia Pte. Ltd. Singapore.

- 29 - Rhoades R. and Pflanzner R. (1996): **Human Physiology**, 3rd ed. Saunders College Publishing, Fort Worth Philadelphia, San Diego, New York, Orlando, Austin, San Antonio, Toronto, Monntreal, London, Sydney, Tokyo.
- 30 - Robbins G., Powers D., Burgess S. (1999): **A Wellness Way of Life**, 4th ed, Mc Grow - Hill Co., Inc.
- 31 - Robergs R.A. and Roberts S.O. (2000): **Exercise Physiology for Fitness, Performance, and Health**, Mc Graw - Hill Co.
- 32 - Robergs, R.A. and Roberts, S.O. (1997): **Exercise Physiology, Exercise, Performance and Clinical Applications**, Mosby - Year Book, Inc. USA.
- 33 - Safrit, M.J. and Wood, T.M. (1995): **Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science**, 3rd. Ed, Mosby Year Book, Inc. USA.
- 34 - Sharkey, B.J. (1986): **Coaches Guide to Sport Physiology**, Human Kinetics Publishers, INC, Champaign, Illinois, USA.
- 35 - Shaver L.G. (1981): **Essentials of Exercise Physiology**, Burgess Publishing Company, USA.
- 36 - Tortora G.J. (2000): **Principles of Anatomy and Physiology**, 9eth ed. John Wiley & Sons, INC, New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto.
- 37 - Wilmore, J.H. (1982): **Training for Sport and Activity, The Physiologival Basis of The Conditioning Process**, 2nd ed. Allyn and Bacon, INC, Boston, London, Sydney, Toronto.
- 38 - Yaman H., Senturk U., Ozer M.K. (1998): **The Effect of Exercise on Urinary Protein Excretion in Cross-Contry Runnery**, *Journal of Sport - Hekimligi - dergisi Turkis - Journal of Sports Medicine (Izmir)* 33 (2), pp 77 - 86.

