

الباب الثاني

٢- الدراسات النظرية والدراسات المشابهة :

١-٢ الدراسات النظرية :

١-١-٢ التمرين اللاهوائي :

هو التمرين الذي يتم فيه إنتاج الطاقة بعدم كفاية الأوكسجين في أنسجة الخلايا العضلية ويحدث في التدريبات التي تكون شدة الحمل فيها أكثر من (١٧٠) ض/د من أفضل مستوى وبما يعادل من (٨٠ - ١٠٠%) من أقصى معدل لضربات القلب ويكون الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين من (٨٠ - ٩٠%) من أقصى استهلاك أما مدة استمرار التمرين فتصل إلى اقل من (٢-٣) دقيقة للنظام اللاأوكسجيني الأول وهو الفوسفاجيني والنظام الثاني نظام حامض اللاكتيك . يهدف التمرين اللاهوائي إلى تحسين قدرة العضلات على استخدام مصادر الطاقة اللاأوكسجينية بكفاءة واقتصاد عاليين وتحسين تكيف الخلايا العضلية على العمل في ظروف نقص الأوكسجين وما ينتج عنه من تركيز عالي لحامض اللاكتيك المتجمع في العضلات والدم وما يصاحبه من تغيير في التوازن الحامضي القلوي (PH) الدم .

كما قال (باسم عبد خنجر وآخرون) تهدف هذه التدريبات إلى تحسين قدرة الجهازين الدوري والتنفسي على امتصاص الأوكسجين من الرئتين إلى الدم ثم نقله عبر الدم إلى الخلايا العضلية بعد الجهد البدني لتسديد الدين الاوكسجيني الذي نتج عن نقص الأوكسجين في أثناء الجهد ، وهذا يفسر لنا استمرار عمليات التنفس بشكل سريع وعميق بعد الجهد البدني للحصول على كمية اكبر من الأوكسجين لاستعادة بناء مصادر الطاقة ولتعويض نقص الأوكسجين الذي حدث أثناء الجهد (١) .

ويرى (عمار عبد الرحمن) أن الغاية من التمرينات اللاهوائية في الوحدات التدريبية هي تطوير السعة اللاهوائي حيث يوجد الكثير من الأنشطة الرياضية التي تعتمد بالدرجة الأساس على السعة اللاهوائي وتشمل هذه الأنشطة سباقات العدو السريع وسباقات السرعة في الدرجات والسباحة ومباريات المصارعة العنيفة حيث تنقسم الأنشطة التي تعتمد على التحمل اللاهوائي على قسمين ديناميكية (متحركة) كما في حالة السباقات السرعة أو أستاينكية (ثابتة) كما في رفع الإثقال ، وفي كلتا الحالتين توجد ميزة مهمة هي قوة الانقباض العضلي مما يؤدي إلى زيادة الطلب على إنتاج الطاقة من (ATP) عن أنتاجها خلال التمثيل الغذائي اللاهوائي (٢) .

(١) باسم عبد خنجر وآخرون : كرة السلة فلسفة - تعليم - تدريب ، البصرة ، جامعة البصرة ، مطبعة الحضارة ، ٢٠٠٧ ، ص ٥٦ .

(٢) عمار عبد الرحمن بقع : الطب الرياضي ، جامعة الموصل ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، ١٩٩٩ ، ص ٥٥

وعلى هذا الأساس يتم إنتاج الطاقة اللاهوائية من خلال نوعين من نظم إنتاج الطاقة اللاهوائية أحدهما نظام الطاقة الفوسفاجيني (ATP-CP) وهو النظام الأسرع والمسؤول عن إنتاج الطاقة للأنشطة البدنية التي تؤدي بأقصى سرعة ممكنة في حدود لا تزيد عن (٣٠ ثا) وفي حالة زيادة فترة العمل العضلي إلى دقيقة أو دقيقتين فإن النظام اللاهوائي الثاني هو نظام حامض اللاكتيك يصبح هو النظام المسؤول عن إنتاج الطاقة وينتج عن هذه العملية حامض اللاكتيك الذي يؤثر في قدرة العضلة على الاستمرار بالأداء بنفس الشدة ويحدث التعب^(١).

أن التدريب الخاص بتنمية التحمل اللاهوائي للأنشطة الحركية هو أن يكون أداء التمرينات اللاهوائية أثناء التدريب يشبه ظروف المنافسة وفيما يأتي بعض المبادئ الفسيولوجية لتنمية التحمل اللاهوائي في الأنشطة الحركية: (٢)

- يجب أن تتشابه الحركات التي تؤدي أثناء التدريب مع تلك التي تؤدي أثناء المنافسة ، وذلك من حيث قوة انقباض وسرعة الحركة، وبناء على ذلك فإذا كان لاعب الجري يتدرب بهدف تحقيق (٨٠٠م) في زمن قدرة (٢) دقيقة فإنه يجب أن يتدرب في زمن لا يقل عن (٥١ ثا) ول (٢٠٠م) في (٣٠ ثا) ول (٤٠٠م) (٦٠ ثا) أو أسرع وبالنسبة للمصارع الذي يهدف إلى التصارع بشدة عالية لمدة (٣) دقيقة يجب أن يتدرب على تكرارات من التصارع في أزمنة قصيرة وبشدة عالية وليس لمدة طويلة بشدة أقل .
- تعد طريقة التدريب الفتري (المراحل) أفضل من طريقة الحمل الدائم في تنمية التحمل اللاهوائي ، حيث أن طريقة التدريب الفتري تتكون من مدة عمل ومدة استشفاء ، وقد ثبت أن تكيف الجسم يحدث أفضل في حالة العمل ومدة متكررة تتخللها مدة راحة أفضل من العمل المتواصل نظرا لأن تجمع حامض اللاكتيك يكون أكثر منه في حالة التدريب الفتري عنه في حالة التدريب ذي الحمل الدائم .
- يجب أن يعمل برنامج التدريب على تنمية أو زيادة إنتاج (ATP) لا هوائية ، لأن الطاقة الخاصة بأنشطة التحمل اللاهوائي تحدث بالطرق اللاهوائية ، ويعني ذلك أن مدة التدريب يجب أن تكون ذات شدة عالية لكي تزيد الاحتياج إلى الأنزيمات التي تشترك في إنتاج الطاقة اللاهوائية المسؤولة عن انشطار فسفو كرياتين والكلايكوجين وبناءا على ذلك فإن مدة عمل التدريب الفتري يجب ألا تزيد عن (١-٢) دقيقة ، حيث أن زيادة مدة العمل عن ذلك لأتزيد حمل الكفاءة اللاهوائية ولكن تزيد عن المقدرة الهوائية لإنتاج الطاقة .
- يجب أن تكون مدة الاستشفاء التي تلي مدة العمل القصيرة التي تتراوح من (٢٠-٣٠ ثا) حوالي (١-٢) دقيقة ، وعندما يزيد زمن العمل أكثر يتبعه زيادة في مدة الاستشفاء الكاملة

(١) أبو العلا احمد عبد الفتاح واحمد نصر الدين سيد : فسيولوجيا اللياقة البدنية ، ط١ ، القاهرة ، دار الفكر العربي، ١٩٩٣، ص ١٦١ .

(٢) أبو العلا احمد عبد الفتاح : بيولوجيا الرياضة وصحة الرياضي ، القاهرة ، دار الفكر العربي، ١٩٩٨ ، ص ٥٠ .

من (٢-١٥) دقيقة ، ويحتاج اللاعب الناشئ ومن لا يتميزون بمقدرة لا هوائية عالية إلى فترات استشفاء أطول .

- يتخلص الجسم من حامض اللاكتيك بصورة أسرع إذا قام اللاعب بأداء تمارين قليلة الشدة في أثناء مدة الاستشفاء بدلا من الراحة التامة ، ومثال على ذلك السباحة البطيئة

- لكي يتحقق نمو التحمل اللاهوائي في الأنشطة الرياضية الحركية يجب أن تكون شدة التمرين حوالي (٨٠%) من أقصى شدة خلال مدة زمنية معينة ، ولزيادة التأكيد فإن البعض ينصح أن تكون شدة التمرين (٩٠%) للأنشطة ذات فترة دوام (١-٢) دقيقة، هذا تستخدم الشدة القصوى في حالة مدة العمل القصيرة ، ومثال ذلك انه إذا كان أفضل رقم للاعب العدو في (٤٠٠م) (٦٠ثا) (٦٧،٦٧ متر / ثانية) ، فأنة يستطيع أن يعدو (٤٠٠م) خلال التمرين بزمان (٦٦،٧ثا) (٦٧،٦٧ × ٠،٩٠ ثا) ، أي بشدة (٩٠%) أو يعدو (٣٦٠متر) في (٦٠ثا) (٩٠% من ٤٠٠م = ٣٦٠متر) وذلك لضمان التأكيد على زيادة المقدرة اللاهوائية.

- يجب أن لا تزيد عدد مرات التدريب الأسبوعية عن ثلاث أو أربع مرات خاصة إلى لاعبين غير المدربين ، ويمكن للاعب الاحتفاظ بمستوى مقدرة اللاهوائية في حالة التدريب مرة واحدة أو مرتين أسبوعيا .

٢-١-٢ نظام الطاقة اللاهوائي :

"هو النظام الذي يتم فيه إنتاج الطاقة دون الاستعانة بالأكسجين الخارجي ويتميز فيه العمل العضلي بالشدة القصوى أو أقل من القصوى ولمدة قصيرة اقل من (٣) دقيقة إذ يعتمد فيها إنتاج الطاقة على النظام اللاهوائي (Anaerobic system) بنسبة كبيرة والذي يتمثل بالنظام الفوسفاتي (ATP – CP) والنظام اللاكتيكي (Lactic Acid) .

وعندما يتطلب الأداء الحركي عملاً عضلياً بأقصى سرعة أو أقصى قوة أو أقصى مدى في المرونة فإن عمليات توجيه الأكسجين إلى العضلات العاملة لا تستطيع أن تلبي حاجة العمل العضلي السريعة من الطاقة وعلى هذا الأساس يتم إنتاج الطاقة بعدم كفاية الأكسجين أي بطريقة لا هوائية وهناك نظامان أحدهما نظام الطاقة الفوسفاتي (ATP-CP) وهو النظام الأسرع والمسؤول عن إنتاج الطاقة للأنشطة البدنية التي تؤدي بأقصى سرعة ممكنة في حدود ما لا يزيد عن (٣٠) ثانية ، وفي حالة زيادة مدة العمل العضلي إلى (٣) دقيقة فإن النظام اللاهوائي الثاني يصبح هو المسؤول عن إنتاج الطاقة وينتج عن هذه العملية حامض اللاكتيك الذي يؤثر على قدرة العضلة للاستمرار بالعمل وبالشدة نفسها فيحدث التعب وتحتاج العضلات إلى كمية كبيرة من الطاقة أثناء الانقباض فتستمدّها من مصادر عدة أولها هو مخزون ثلاثي فوسفات الاديونسين

والذي يعد المركب الأساس لانطلاق الطاقة ولكن سرعان ما يستنفذ خلال ثواني معدودة والعضلات تقوم ببناء ثلاثي فوسفات الاديونوسين من انشطار فوسفات الكرياتين فتتطلق طاقة لا هوائية في عدم كفاية الأوكسجين ولكن سرعان ما ينفذ هذا فتضطر العضلات إلى هدم الجلايكوجين المختزن فيها لاستعادة بناء ثلاثي فوسفات الاديونوسين لانطلاق طاقة لا هوائية وينتج عن هذه العملية حامض اللاكتيك " (١).

ينقسم نظام الطاقة اللاهوائي على نظامين أساسيين ورئيسين هما :

١-٢-١-٢ النظام الفوسفاجيني (ATP- CP) :

" أن مصدر الطاقة الكيميائية التي تستعملها العضلات هي مركب ثلاثي فوسفات الاديونوسين (ATP) ، ويمكن أن يعتمد النشاط العضلي لأول (٥-٦) ثوان على هذا المركب الموجود في الخلايا العضلية ، وبعد هذا الوقت ولكي تستمر العضلات بالأداء والنشاط لابد من تشكيل كميات أخرى من مولد الطاقة التي نفذت لذلك يلجأ الجسم خلال (١٠-١٥) ثانية التي تلي نفاذ ثلاثي فوسفات الاديونوسين (ATP) إلى مصدر آخر هو النظام الفوسفاجيني الذي يستعمل مركب فوسفات الكرياتين لإعادة دورة ثلاثي فوسفات الاديونوسين من مركب ثنائي فوسفات الاديونوسين (ADP) لغرض الاستمرار بالنشاط العضلي " (٢).

"وكذلك يطلق على هذا النظام أيضا نظام الفستو كرياتين (CP) وهو احد المركبات الغنية بالطاقة الكيميائية المخزونة في معظم الخلايا العضلية وهذا النظام اللاهوائي للطاقة ينتج الطاقة اللازمة لإعادة تكوين مركب ثلاثي فوسفات الاديونوسين " (٢).

"يعد فوسفات الكرياتين (CP) من المركبات الغنية بالطاقة وتوجد في الخلايا العضلية مثلها في ذلك مثل ثلاثي فوسفات الاديونوسين (ATP) وعند انشطارها تتحرر كمية من الطاقة تعمل على استعادة بناء (ATP) المصدر المباشر لها حيث يتم استعادة مول واحد من (ATP) مقابل انشطار مول من فوسفات الكرياتين (CP) ، ومن المعروف أن الكمية المخزونة من (ATP,CP) في العضلة قليلة جدا وهي تقدر بحوالي (٣, ٠) مول في السيدات و (٦, ٠) مول في الرجال ومن ثم يحد هذا الامر من إنتاجية الطاقة بواسطة هذا النظام فيكفي أن يعدو اللاعب (١٠٠ م) بأقصى سرعة لينتهي مخزون (ATP-CP) غير أن القيمة الحقيقية لهذا النظام تكمن في سرعة أنتاج الطاقة أكثر من وفرتها ، وهناك أنشطة رياضية كثيرة تحتاج إلى سرعة الأداء الذي يتم خلال عدة ثوان (١٠-١٥) ثانية مثل العدو والوثب وسباحة المسافات القصيرة وكل الأنشطة

(١) بهاء الدين إبراهيم سلامة : الخصائص الكيميائية الحيوية لفسولوجيا الرياضة ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ٢٠٠٨ ، ص ٢٧٦ .

(٢) فاضل كامل مذكور : الفلسفة في التدريب الرياضي ، بغداد ، الشويبي للطباعة ، ٢٠٠٧ ، ص ١٢٠ .

(٣) عبد الرحمن عبد الحميد : فسيولوجيا مسابقات الوثب والقفز ، القاهرة ، مطابع أمون ، ٢٠٠٠ ، ص ١٠٢ .

التي تعتمد على هذا النظام في إنتاج الطاقة لما يتميز به من سرعة إنتاج الطاقة دون الاعتماد على الأوكسجين" ^(١).

ويؤكد (محمد رضا) " أن كمية فوسفات الكرياتين (CP) المخزونة في الخلايا العضلية قليلة ومحدودة فأن هذا النظام يمكن أن يجهز طاقة تكفي لأداء نشاط بدني شديد يستمر من (٣- ١٠) ثانية بحيث يمكن للجسم أن يستعمل هذا النظام في أداء فعاليات الرمي وكذلك عملية النهوض في فعاليات القفز وركض (١٠٠م) بشدة عالية إضافة إلى الفعاليات التي تتطلب القوة الانفجارية والسريعة" ^(٢).

وكذلك قال (Strand) " إذ يمثل مركبي (ATP – CP) مصدر الطاقة المباشر للجسم وهي طاقة لا اوكسجينية ولها أهمية خاصة بالنسبة للعديد من الأنشطة الرياضية التي تتميز بالقوة والسرعة القصوى ولكن تكمن القيمة الحقيقية لهذين المركبين في سرعة إنتاج الطاقة على الرغم من عدم توفرها بكميات كبيرة في العضلات ويوفر النظام الفوسفاجيني طاقة تستعمل في إعادة تشكيل (ATP) أسرع من أي نظام آخر يستعمل في الرياضة" ^(٣).

"يعد أنزيم (CPK) من الأنزيمات المهمة في عملية بناء (ATP) في النظام الفوسفاجيني فهو عبارة عن أنزيم ثنائي يحفز الفسفرة العكسية (أي عبارة عن أنزيم تفاعل عكسي) ل (ADP) من خلال فوسفات الكرياتين (CP) لإعادة بناء (ATP) ، ويعد أيضاً من الإنزيمات الناقلة لعمله على مجموعة الفوسفات الغنية بالطاقة من (CP) إلى (ADP) ليكون في النهاية (ATP)" ^(٤).

مميزات النظام الفوسفاجيني : ^(٥)

يمتاز النظام الفوسفاجيني بعدة مزايا هي :

- ١- لا يعتمد على توفر الأوكسجين في تمرير الطاقة
- ٢- يعمل هذا النظام في بداية كل الحركات التي يقوم بها الإنسان بغض النظر عن شدتها والحركات التي تتميز بالشدة العالية والزمن القصير .
- ٣- يعتمد على (ATP و CP) المخزون في الخلايا العضلية .
- ٤- يحدث التفاعل في الساييتوبلازم ، منطقة عمل الخيوط البروتينية الانقباضية (المايوسين والاكيتين).

^(١) أبو العلا احمد عبد الفتاح ، وآخرون : فسيولوجيا اللياقة البدنية ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ٢٠٠٣ ، ص ١٥٢ .
^(٢) محمد رضا إبراهيم : التطبيق الميداني لنظريات وطرائق التدريب الرياضي ، ط ١ ، العراق ، جامعة بغداد ، ٢٠٠٨ ، ص ٤٣ .
^(٣) Astrand, perolof and Rodahi, Kaare : Text book of work physiology , 2 nd Rdition , Cnnrow – hill book Co., USA , 1977 ,p-99.
^(٤) Christopher Haslett & others : principles and practice of medicine. 19th ED: New York, Churchill living ston ,2004,p.473 .

^(٥) عمار عبد الرحمن قبيع : المصدر السابق ، ١٩٩٩ ، ص ١٥ .

٥- فترة دوام هذا النظام حوالي (١٠) ثانية .

٦- الطاقة المحررة قليلة جداً قياساً إلى بقية الانظمة .

" ومن الجدير بالذكر أن بعد الانتهاء من الجهد (التمرين) يتم إعادة خزن وبناء المركبات الفوسفاتية (ATP و CP) في العضلات (1) .

٢-٢-١-٢ نظام حامض اللاكتيك (LA) :

" النظام الآخر لإعطاء الطاقة بعد نفاذ مركبات الفوسفات ولإعادة بناء (ATP) في داخل العضلات هو التحلل اللاأوكسجيني للكلايكوجين مكونا حامض اللاكتيك ، ومن هنا أطلق مصطلح (نظام حامض اللاكتيك) وقد اكتشف هذا النوع من التفاعل عام ١٩٣٠ بواسطة أثنين من العلماء الألمان وهما (Gustuf E mben) و (Ottomeyrhof) (2) .

وعرفه (David C. Laport) " بأنه ناتج عرضي للتحلل اللاهوائي للكلوكوز والذي يمكن أن يحوله الكبد مرة أخرى إلى كلوكوز عن طريق عملية إعادة الكلوكوز (3) .

ويرى (بهاء الدين سلامة) أن حامض اللبنيك هو " الصورة النهائية لاستهلاك الكلايكوجين اللاهوائي (بعدم كفاية الأوكسجين) إلا أن تلك النسبة تزيد عند أداء الأنشطة الرياضية ذات الشدة العالية أو أنه الناتج النهائي لعملية تحلل الكلوكوز بدون O_2 (4) .

وأما (Paul A . Johnson) فقد عرف حامض اللبنيك بأنه "عبارة عن حامض ينتج من الخلايا عن طريق سلسلة من التفاعلات الكيميائية والتي لا تحتاج إلى أوكسجيني (الأبيض اللاهوائي) و الأبيض اللاهوائي يحدث عندما تكون كمية الأوكسجين المطلوبة للأبيض اللاهوائي قليلة (5) .

"ويسمى هذا النظام أيضا بالجلوكزة اللاهوائية (Anaerobic Glycol sis) نسبة إلى انشطار السكر في غياب الأوكسجين وهو النظام المسؤول عن إنتاج الطاقة بالنسبة للعمل العضلي الذي تزيد مدته عن (٣٠) ثانية إلى دقيقة أو دقيقتين ، وينتج عن هذه العملية حامض اللاكتيك الذي يؤثر على قدرة العضلة بالاستمرار في الأداء بنفس الشدة ويحدث التعب سريعاً (1) .

(1) Fox ,E.L.,&Mathews,D.K(1974): Interval training Conditioning for sports and General

(2) Fox . E L . Bowers R.W foss M.L Anearobic elycolysis in the physiologic basis for etercis and sport , web , Brown and Benchmark , 1993 . P 19-20

(3) www.yahoo.com. David Clipart , Lactic Acid Department of Biochemistry university of Minnesota Minneapolis mn55455 .

(٤) بهاء الدين سلامة :الكيمياء في المجال الرياضي ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ١٩٩٠ ، ص ١٠٧ .

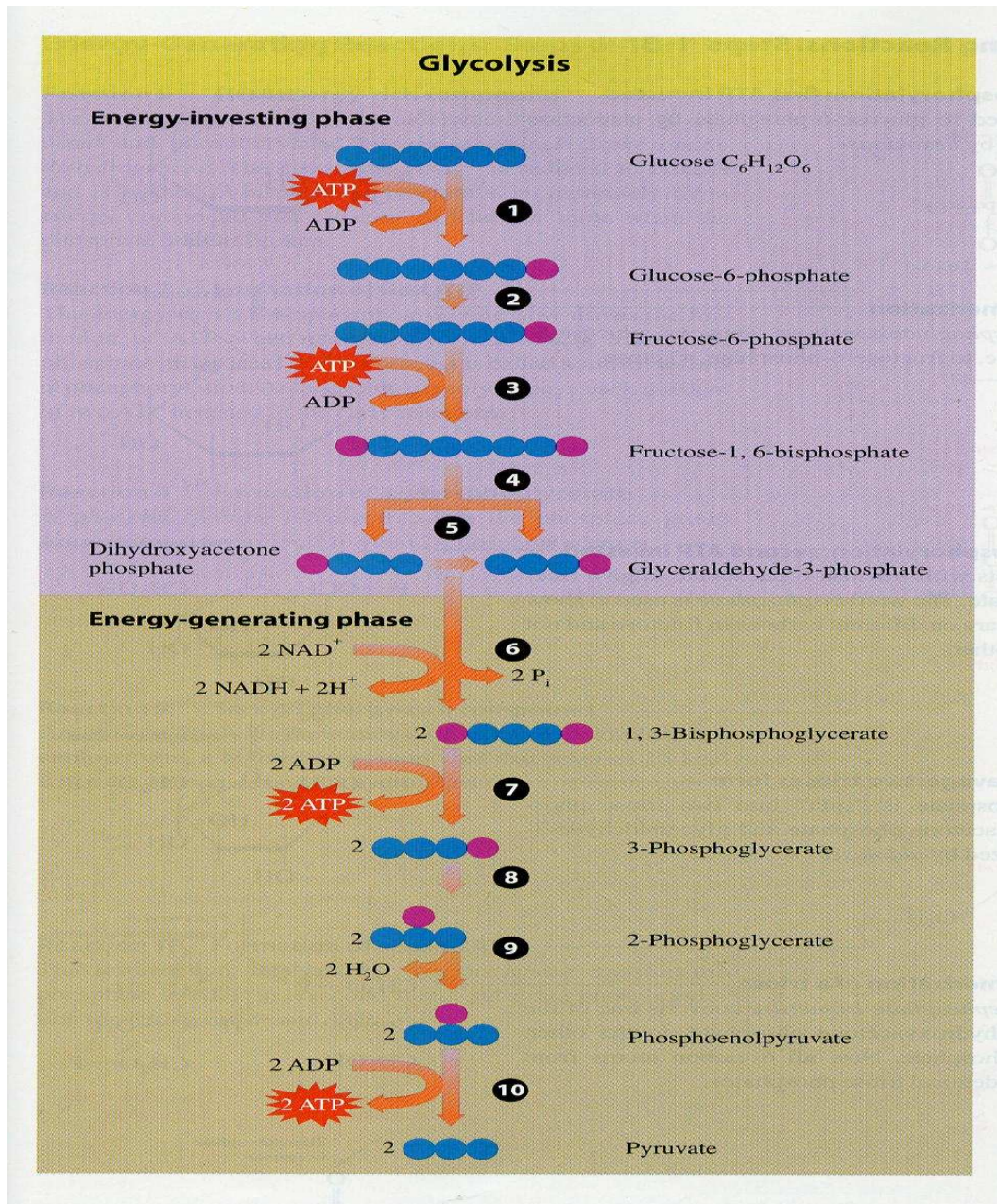
(5) w.Aozoon.com. Paul A. Johnson Ed . M . , Healthy Advantage : Lactic Acid test . .

"وان مصدر الطاقة هنا ليس (CP) ولكن مادة أخرى تسمى الكلايكوجين ، وهذه المادة في الأصل تنتج عن طريق المواد الكربوهيدراتية التي يتناولها الإنسان فتتحول خلال عملية الهضم إلى سكر كلوكوز ثم يخزن في العضلات والكبد ، ولكن تخزينه لا يكون في شكل سكر الكلوكوز ولكن في شكل مادة أكثر تعقيداً هي الكلايكوجين ، إذ ينشطر الكلايكوجين عند الحاجة إلى سكر كلوكوز ثم إلى حامض اللاكتيك ويساعد على إعادة بناء (ATP) لإنتاج الطاقة اللازمة"^(٢).

"وعند استخدام الكلايكوجين أو الكلوكوز لإنتاج الطاقة بعدم كفاية الأوكسجين فأن ذلك يؤدي إلى تراكم حامض اللاكتيك في العضلة والدم وهذا بدوره يؤدي إلى التعب العضلي عند زيادته وتتم عملية استعادة بناء (ATP) من خلال الانشطار الكيميائي للكلايكوجين ليمر بعدة تفاعلات كيميائية عشرة تفاعلات كيميائية حتى يتحول إلى حامض اللاكتيك كما في شكل (١) وخلال ذلك تتحرر الطاقة اللازمة لإعادة بناء (ATP) ويتميز استخدام نظام حامض اللاكتيك في إنتاج الطاقة بسرعة تزويد العضلة بالمصدر المباشر للطاقة (ATP) وعلى سبيل المثال فأن الأنشطة الرياضية التي تؤدي بالسرعة العالية خلال مدة زمنية مقدارها بين (١-٣) دقائق تعتمد بدرجة كبيرة على نظام الفوسفات ونظام حامض اللاكتيك"^(٣).

^(٢) أبو العلا احمد عبد الفتاح ومحمد صبحي حسانين : فسيولوجيا ومورفولوجيا الرياضي وطرق القياس والتقويم ، ط ١ ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ١٩٩٧ ، ص ٣٢.

^(٣) أبو العلا احمد عبد الفتاح ، احمد نصر: فسيولوجيا اللياقة البدنية ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ٢٠٠٣ ، ص ١٥٣.



شكل (١)
يوضح مراحل التحلل السكري (الجلوكزة اللاهوائية)

"أن جزيئات (ATP) التي تنتج لاهوائياً من انشطار (١٨٠) غرام من الكلايكوجين تبلغ حوالي (٣) مول بينما ينتج الانشطار الهوائي لكمية الكلايكوجين نفسها طاقة تكفي لإعادة بناء (٣٩) مول (ATP) " ^(١).

"أن هذا التفاعل يتم بتدخل عدة إنزيمات أهمها إنزيم التفاعل الثالث (فوسفو فركتو كايينز PFK) الذي يعد مفتاح بناء (ATP) ويزداد نشاط هذا الأنزيم مع تراكم (أحادي فوسفات الادينوسين AMP) ويقل نشاطه مع تراكم (ATP) " ^(٢).

مميزات نظام حامض اللاكتيك (L A) : ^(٣)

- يمتاز نظام حامض اللاكتيك بعدة مزايا هي :
- لا يعتمد على الأوكسجين لتحرير الطاقة .
- الكربوهيدرات المصدر الأساسي لعمل النظام .
- إن عمل هذا النظام يؤدي الى تراكم حامض اللاكتيك .
- يعمل هذا النظام في الفعاليات والحركات ذات الشدة العالية ولمدة طويلة نسبياً (٣٠ ثا الى ٣ د)
- يحتاج إلى مجموعة من التفاعلات الكيميائية .
- كمية الطاقة المنتجة قليلة ويمكن إعادة بناء ثلاث جزيئات (ATP) نتيجة التحلل في العضلات وجزيئتين (ATP) نتيجة التحلل في الدم .

٢-١-٣ القلب (The Heart) :

"عضله مجوفة مخروطيه الشكل تقع بين الرئتين ، حجمه بحجم قبضه اليد " ^(٤). وكذلك عرفه (صلاح الدين محمد) "عضو عضلي مجوف وهو من أهم عضلات الجسم حيث يشكل قوة لدفع الدم إلى الجسم ، وأيضاً لسحب الدم إلى القلب فهو كالمضخة يبدأ تشكله في نهاية الأسبوع الثالث من عمر الجنين يزداد وزنه مع تقدم السن ، شكل القلب مخروطي (كمثري أو هرمي) بشكل مائل ومقلوب بحيث أن قاعدته للأعلى متجهه لليمين قليلا وقمته للأسفل متجهه إلى اليسار ، يقع القلب في تجويف الصدر في المنطقة بين الرئتين يحيط به من الأسفل الحجاب الحاجز ومن الأعلى الأوعية الدموية الرئيسية ومن الإمام عظمة القص وبعض الإضلاع وعضلات مابين الإضلاع ومن الخلف المرئ والرغامي والأورطي الصدري " ^(٥).

^(١) أبو العلا احمد عبد الفتاح : المصدر السابق، ١٩٩٨، ص ٣٠.

(2) Henriksson. J. Cellular metabolism and Endurance. In Shepard R. J. and Astrand . P. O. – Endurance in sport. Blackwell scientific publications. Oxford 1988, p. 48.

^(٣) رافع صالح فتحى وحسين علي العلي : نظريات وتطبيقات في علم الفسلجة الرياضية، العراق ، بغداد، ٢٠٠٩ ، ص ١٠٥.

^(٤) يوسف توفيق : علم التشريح ، ط ١ ، عمان ، مكتبة المجتمع العربي ، ٢٠٠٩ ، ص ٩٥.

^(٥) صلاح الدين محمد أبو الرب : علم التشريح ، عمان ، اليازوري ، ٢٠٠٦ ، ص ١٠٩.

"أن القلب هو المضخة العضلية الحيوية النشطة التي تعمل دون كلل طوال حياة الإنسان وهو من أهم الأعضاء في جسم الإنسان" (١).

"وتتكون عضلة القلب من ألياف عضلية ذات تركيب خاص يختلف عن الألياف المخططة والألياف الملساء وتجمع بين بعض صفاتهما ، إذ تتشابه العضلة القلبية مع العضلات المخططة من حيث التركيب لوجود خطوط دقيقة في أليافها وتتشابه مع العضلات الملساء بعملها غير الإرادي ولكن تختلف عنها حيث أن ألياف العضلة القلبية تتفرع وتتفاغر مع بعضها البعض من خلال جسور من المادة الحية بطريقه ينتج عنها أقل تعب لهذه العضلة الحيوية في جسم الإنسان عند تقلصها كما في شكل (٢) ، وينتشر التقلص في كل أجزائها دفعة واحدة ولا يمكن تقلصها تقلصاً تركزياً بسبب طول فترة الكمون أي أن العضلة القلبية لا تستجيب لمنبه ثان عندما تكون في حالة تقلص" (٢)

" يزن القلب في المعدل الطبيعي (٢٥٠-٣٥٠) غم كما يبلغ قطره من القاعدة للقمه (١٢) سم وقطره العرضي من (٨-٩) سم في حين أن قطره الأمامي الخلفي هو (٦) سم" (٣)

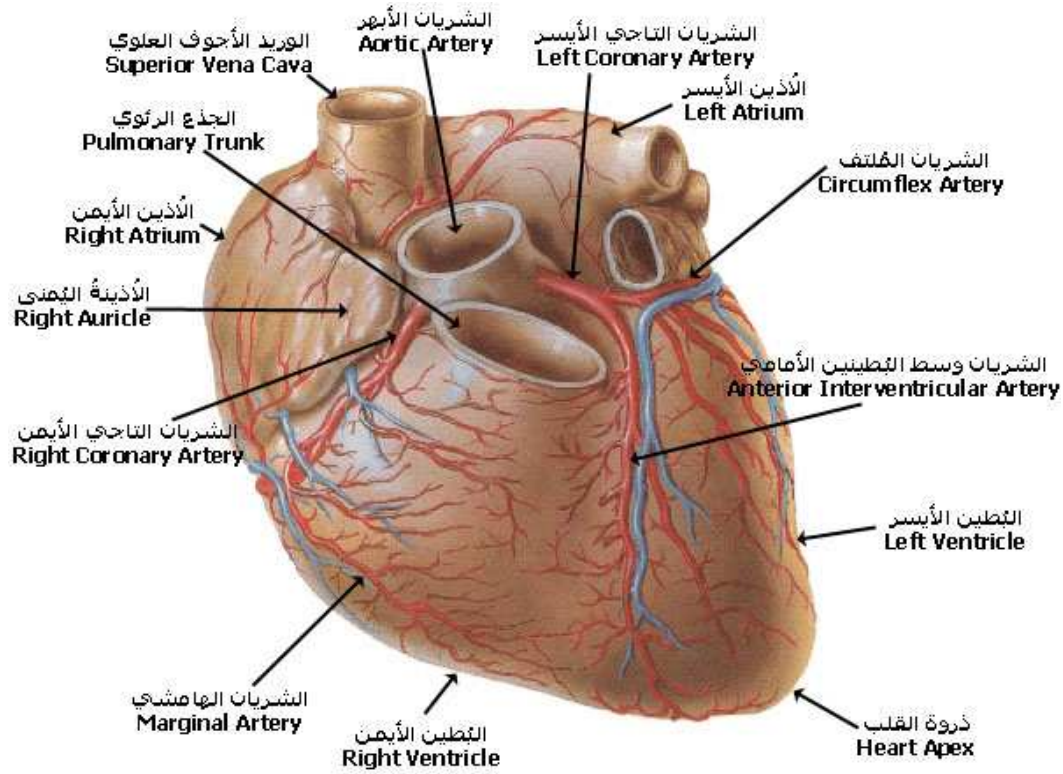
"ويكون وزن القلب عند الإنسان متغيراً ، فهو يتوقف على العمر والجنس ، ويبلغ وزن قلب الأنثى حوالي (٧٥ %) ووزن قلب الذكر كقاعدة ويتراوح وزن قلب الرجل بين (٢٥٠ - ٣٥٠) غراماً وكذلك تكون كمية الدهن الذي يحيط بالقلب متغيرة كثيراً من فرد لأخر ، وهي لا تتعلق بدرجة السمنة " (٤)

(١) فاضل كامل مذكور : الموجز في التشريح لطلبة التربية الرياضية ، بغداد ، الشولبي ، ٢٠٠٨ . ص ٨ .

(٢) قيس إبراهيم وطارق عبد الملك الأمين : الفلسفة ، بغداد ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، ص ١٠ .

(٣) يوسف توفيق حشاش : المصدر السابق ، ٢٠٠٩ ، ص ٩٥ .

(٤) منشورات جامعة دمشق : علم وظائف الأعضاء (الفيزيولوجيه) ، جامعة دمشق ، مطبعة الروضة ، ٢٠٠٨ ، ص ١٣١ .



شكل (٢)
يوضح المظهر الخارجي للقلب

٢-١-٣ - ١ حواف القلب : (١)

- الحافة العليا : تمتد من أسفل غضروف الضلع الثاني الأيسر على بعد (١,٣) سم من حافة القص ، وهي تمثل الأوعية الدموية المتصلة بالقلب .
- الحافة اليمنى : تمتد من الحافة العليا لغضروف الضلع الثالث السابقة حتى غضروف الضلع السادس الأيمن على بعد (١,٣) سم من حافة القص ، وتمثل الجزء الوحشي للأذين الأيمن .

- الحافة السفلى : تمتد من غضروف الضلع السادس السابقة حتى الحيز الوريي الخامس الأيسر على بعد (٩) سم من المستوى الناصف للجسم ، ويمثل الحافة السفلى للبطين الأيمن
- الحافة اليسرى : تمتد من الحيز الوريي الخامس الأيسر السابق حتى الحافة السفلى لغضروف الضلع الثاني السابق ، وهي تمثل من أسفل البطين الأيسر ومن أعلى الأذين الأيسر

(١) يوسف توفيق حشاش : المصدر السابق، ٢٠٠٩، ص ٩٦ .

٢-١-٣ - ٢ أوجه القلب : ^(١)

- الوجه الأمامي (السطح القضي الضلعي) (Anterior (Costal) Surface) : يتجه ناحية الإضلاع وعظمة القص وفي أغلبية يتكون من البطين الأيمن الأيسر الثلث تقريباً
- الوجه السفلي (الوجه ألحجابي) (Diaphragmatic Surface) : يلامس الحجاب الحاجز .
- الوجه الخلفي (قاعدة القلب) (Bese of The heart) : تتكون من الأذين الأيسر وجزء بسيط من الأذين الأيمن .
- قمة القلب (Apex of the heart) : موجودة في المنطقة الخامسة بين الإضلاع على بعد حوالي (٩) سم من المستوى النصف الرأسي .

٢-١-٣ - ٣ طبقات القلب : ^(٢)

- الخارجية (التامور) (Pericardium) : تتكون من طبقتين خارجية ليفية وداخلية مصلية والداخلية تقسم إلى : حشوية تغلف القلب وجداريه تغلف الطبقة الليفية من الداخل وبينهما التجويف التاموري الذي يحتوي على سائل لزج يقلل احتكاك عضلة القلب .
- الوسطى (Myocardium) : عضلة لإرادية مخططه متفرعة متفاغرة .
- الداخلية (الشغاف) (Endocardium) : غشاء مصلي يغلف غرفة القلب والصمامات والأوعية الدموية الكبيرة المتصلة بالقلب .

٢-١-٣ - ٤ تجاويف القلب :

"يقسم القلب على نصفين أيمن وأيسر بحاجز غشائي عضلي يمتد من الأعلى إلى الأسفل يفصل هذين النصفين عن بعضهما تماماً ، ولا يوجد أي اتصال بينهما في الحالات الطبيعية ، ويقسم كل نصف إلى تجويفين علوي وسفلي يفصل بينهما صمام ، وبهذا يقسم تجويف القلب على أربع تجاويف اثنان سفليان كبيران ويسميان بالبطينين (Ventricle)، ولهما جدار عضلي سميك وهما ذو شكل مخروطي يتجه كل منهما إلى الأسفل وللجهة اليسرى نحو القمة" ^(٣).

"ويقع البطين الأيمن بالقسم الأمامي وللجهة اليمنى بالنسبة للبطين الأيسر الذي يحتل القسم الخلفي الأيسر وقمة القلب ، يفصل بين البطينين حاجز غشائي يسمى الحاجز بين البطينين (Interventricular Septum) يلتحم هذا الحاجز مع الجدار العضلي للبطينين وهو سميك وقوي في قسمه السفلي الأيسر عند القمة أكثر من قسمه العلوي الأيمن حيث يكون ارق وعلى

^(١) صلاح الدين محمد أبو الرب : المصدر السابق ، ٢٠٠٦ ، ص ١١٠ .

^(٢) يوسف توفيق حشاش : المصدر السابق ، ٢٠٠٩ ، ص ٩٨ .

^(٣) قيس إبراهيم الدوري : علم التشريح لطلاب كليات التربية الرياضية ، ط٢ ، العراق ، جامعة بغداد ، ١٩٨٨ ، ص ٤٩٠ .

شكل غشاء ،أن التجويفين العلويين يسميان بالأذنين (Atria) وهما يقعان في القسم الأعلى والى الخلف بالنسبة للبطينين وهما تجويفان كل منهما ذو جدار رقيق أرق من البطينين ، يدخل إليهما الدم من الجسم إلى الأذين الأيمن ومن الرئتين إلى الأذين الأيسر" ^(١).

"الأذين الأيمن يكون الحافة اليمنى للقلب ويقع فوق والى الجهة اليمنى من البطين الأيمن أما الأذين الأيسر فيقع فوق البطين الأيسر في القسم العلوي الخلفي للقلب ، يفصل بين الأذنين كما في البطينين حاجز رقيق غشائي يسمى بالحاجز بين الأذنين (Intertribal Septum) ويتصل كل أذين مع بطين في جهة مباشرة بصمام يسمح للدم القادم بالأوردة والى كل أذين بالذهاب إلى البطين المتصل به ، لذا فان هذه التجاويف الاربعه في القلب لا يتصل إلا كل أذين مع بطين في الجهة نفسها فقط ولا يوجد أي اتصال مابين القسم الأيمن والأيسر طبيعياً كالأذين الأيمن يتصل بالبطين الأيمن فقط والأذين الأيسر يتصل بالبطين الأيسر فقط" ^(٢).

"يختلف سمك جدار هذه التجاويف القلبية (الأذنين والبطينين) حسب وظيفة كل منهما فجدار الأذنين رقيق لان وظيفته هي فقط دفع الدم من الأذنين إلى البطينين وجدار البطين الأيمن هو أسمك من جدار الأذنين ولكنه أقل سمكاً من جدار البطين الأيسر لأنه فقط يدفع الدم الى الرئتين المحيطة بالقلب من كل جانب أما جدار البطين الأيسر فهو أسمك من باقي أقسام القلب لان وظيفته دفع الدم الى جميع أنسجة أنحاء الجسم" ^(٣).

١ - الأذين الأيمن : ^(٤)

جداره العضلي للأذين الأيمن أقل سماكه من الأذين الأيسر وحجمه أكبر قليلاً وهو يستقبل الدم من الجسم ، ويوصله للبطين الأيمن عبر الصمام ثلاثي الشرفات (Tricuspid valve) يصب فيه الدم غير المؤكسد عبر الأوعية التالية :

- الوريد الأجوف العلوي (Superior vena cave) ويحمل الدم من الجزء العلوي من الجسم .

- الوريد الأجوف السفلي (Inferior vena cave) ويحمل الدم من الأجزاء أسفل القلب

- الجيب الإكليلي (Coronary Sinus) وتحمل الدم من جدار القلب إلى الأذين الأيمن .

٢ - الأذين الأيسر :

^(١) قيس إبراهيم وطارق عبد الملك الأمين : المصدر السابق ، ص ١٣ .

^(٢) قيس إبراهيم وطارق عبد الملك الأمين : المصدر السابق نفسه ، ص ١٣ .

^(٣) قيس إبراهيم الدوري : المصدر السابق ، ص ٤٩١ .

^(٤) صلاح الدين محمد أبو الرب : المصدر السابق ، ٢٠٠٦ ، ص ١١٤ .

حجمه أصغر قليلاً وجداره أكثر سماكة من الأذنين الأيمن ، ويستقبل الدم المؤكسد القادم من الرئة ، ويوصله للبطين الأيسر عبر صمام الإكليلي (Mistral valve) وهو صمام ثنائي الشرفات ، يفتح في الأذنين أربعة أوردة رئوية (Pulmonary vein) اثنان من كل رئة يحملان الدم المؤكسد من الرئتين إلى القلب وتركيبها وريدي ويحملان دماً مؤكسداً .

٣ - البطين الأيمن : ^(١)

يكون البطين الأيمن معظم السطح الأمامي للقلب (القصي العضلي) وهو على شكل هرمي قمته نحو الأسفل وللجهة اليسرى ، ويتصل بالأذنين الأيمن بالفتحة ثلاثية المصاريح وتحاط هذه الفتحة بدائرة من النسيج الليفي القوي ويتعلق بهذه الألياف ثلاث سدادات من النسيج البطني على شكل مصاريح كصمامات للفتحة ثلاثية المصاريح تتصل بجوانب هذه المصاريح خيوط أو حبال تسمى بحبال الأوتار تربط هذه الحبال حافات المصاريح بقمم عضلات صغيرة بارزة بداخل قاعدة تجويف البطين على شكل حلمة تسمى بالعضلات الحلمية وبهذا الترابط بين قمم العضلات الحلمية وجوانب المصاريح وبتقلص العضلات الحلمية تتقابل حواف وجوانب المصاريح بعضها لبعض فتغلق الفتحة ، لذا عند تقلص البطين تغلق الفتحة ثلاثية المصاريح ويمنع الدم من رجوعه إلى الأذنين لأن الحبال الأوتار وتقلص العضلات الحلمية تمنع انفتاح المصاريح نحو الأذنين ، أما الفتحة الثانية في البطين الأيمن فهي فتحة الجذع الرئوي التي يخرج من خلالها الدم من البطين الأيمن إلى الرئة وتحاط هذه الفتحة بثلاث صمامات صغيرة هلالية الشكل الصمامات السينية تمنع رجوع الدم إلى البطين الأيمن بعد مروره بالجذع الرئوي .

٤ - البطين الأيسر : ^(٢)

يمتاز البطين الأيسر بسماك جداره العضلي حيث أنه أسمك من جدران باقي التجاويف القلبية وذلك لدفع الدم إلى جميع أنحاء الجسم ، يتصل البطين الأيسر بالأذنين الأيسر عن طريق الفتحة التاجية ذات المصريعين وتصل الأوتار القلبية جوانب كل مصراع بقمم العضلات الحلمية ، والعضلات الحلمية شكل مخروطي وتكون أطول وأقوى وأقل عدداً مما في البطين الأيمن كما ويكون المصراع الواحد أصغر من مصراع الفتحة ثلاثية المصاريح تفتح في القسم الأمامي العلوي الأيمن للبطين الأيسر فتحة الابهر وهو الشريان الرئيس الذي يجهز أنسجة الجسم بالدم حيث يدفع الدم بقوة من البطين الأيسر ، وتحاط هذه الفتحة بثلاثة مصاريح هلالية الشكل تمنع رجوع الدم إلى البطين الأيسر كما في البطين الأيمن .

يمتد تجويف البطين الأيسر إلى الأسفل إلى قمة القلب ويقع هذا البطين في القسم الخلفي من القلب أكثر مما هو في قسمه الأمامي ، تبرز بداخل تجويف البطين الأيسر بروزات على شكل

^(١) قيس إبراهيم وطارق عبد الملك الأمين : المصدر السابق ، ص ١٥ .

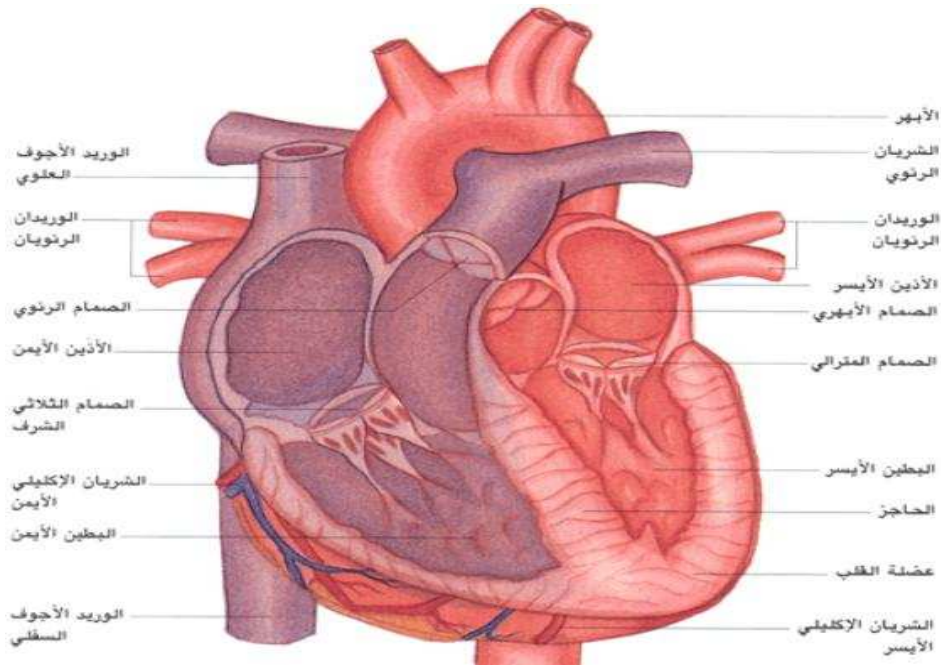
^(٢) قيس إبراهيم الدوري : المصدر السابق ، ١٩٨٨ ، ص ٤٩٣ .

حبال من عضلة القلب في كل أقسامه ما عدا المنطقة المجاورة لفتحة الابهـر والقسم العلوي من الحاجز بين البطينين ، تقع مصاريـع فتحة الجذع الرئوي وفتحة الابهـر في بداية كل منهما هذه المصاريـع هي أصغر من الصمامات التي تفصل الأذنين عن البطينين وعلى شكل طيات رقيقة هـلالية الشكل من النسيج البطاني الحاوي على قليل من النسيج الضام مقعرة من الأعلى سميكة في وسطها مكونة عقدة تتجمع هذه العقد في مركز الفتحة وتتقابل جوانب المصاريـع مع بعضها فتغلق الفتحة ويمنع رجوع الدم من الابهـر إلى البطين الأيسر ومن الجذع الرئوي إلى البطين الأيمن عند انبساطهما .

وكذلك يذكر(عبد الرحمن عبد الحميد) "يدفع البطين الأيسر الدم إلى الجسم من فتحه هي فتحة الشريان الابهـر (الأورطي)"^(١).

"وبهذا فان الوصف العام لعضلة القلب يلاحظ أنها متكونة من أربعة تجاويف هما الأذنين الأيمن والبطين الأيمن والأذين الأيسر والبطين الأيسر حيث يفصل بين الجانب الأيمن والأيسر حاجز لا يحتوي على أي فتحة ومن ثم فان الدم الموجود في الجانب الأيسر هو عادة دم مؤكسد لا يختلط بالدم الموجود في الجانب الأيمن من العضلة القلبية وهو عادة دم غير مؤكسد ، أما الحاجز الذي يفصل الأذنين عن البطينين فهو يحتوي على فتحات الابهـر والرئوي وصمامات القلب"⁽²⁾ كما في شكل (٣) .

(١) عبد الرحمن عبد الحميد زاهر : مبادئ علم التشريح الوصفي والوظيفي ، ط١ ، القاهرة ، مركز الكتاب للنشر ، ٢٠٠٥ ، ص١٢٤ .
(2) Ford LF: Cardiac hypertrophy in athletes, N Engl Med J, 1991, PP. 302-305



شكل (٣)

يوضح أجزاء التشريحية لعضلة القلب

١-٣-٥ حجم القلب :

"حجم القلب من المؤشرات الفسيولوجية المهمة وله تأثير كبير في عمل القلب والدورة الدموية ، وإن التدريب يسبب تضخماً في عضلة القلب مما يزيد من حيويتها وقدرتها على القيام بنشاطها ، ويبلغ حجم القلب عند الرجل في الحالة الاعتيادية (٦٥٠ - ٧٠٠) سم^٣ ، أما عند النساء فيبلغ (٥٨٠) سم^٣ ، ويتميز قلب الرياضي بكبر حجمه بنسبة (٣٠%) مقارنة بغير الرياضي حيث يصل حجم القلب عند الرياضيين الاعتياديين (٨٠٠ - ٩٠٠) سم^٣ ، وقد يصل في بعض الحالات الى (١٢٠٠) سم^٣ ."^(١)

وبعد حجم القلب أحد المؤشرات الوظيفية المهمة التي تعبر عن مدى تطور القدرات البدنية للرياضي ، إذ وجد أن الرياضيين الذين يتميزون بزيادة حجم القلب يتميزون أيضاً بقدرات بدنية عالية ، وترتبط هذه الزيادة أيضاً بمقاييس الجسم (الطول، الوزن) وكذلك العمر ومن ثم بالنشاط الحركي ، وإن الأشخاص الذين يمارسون النشاط الرياضي وبصورة منتظمة تحدث لديهم زيادة في حجم قلوبهم وذلك بالموازنة مع الأشخاص غير الرياضيين وتتناسب هذه الزيادة في حجم القلب مع نوع الفعالية الممارسة أو التخصص الرياضي وكذلك العمر التدريبي للرياضي^(٢).

(١) سميرة خليل محمد : المصدر السابق ، ٢٠٠٨ ، ص ١٥٩ .

(٢) قاسم حسن حسين: الفسيولوجيا مبادئها وتطبيقاتها في المجال الرياضي ، الموصل، دار الحكمة، ١٩٩٠، ص ٧٩

ويرى (رافع صالح وحسين علي) أن تأثير النشاط الرياضي في حجم القلب من الموضوعات التي أصبحت مثار جدل بين الباحثين فمنهم من يرى أن القلب يبقى ضمن الحدود الطبيعية بينما يرى آخرون بأنهم يزداد ويصبح كبيراً، والحقيقة أن أغلب الباحثين يرون أن قلب الرياضي كبير ولكن هذا متعلق بنوع الفعالية الممارسة وشدة الحمل التدريبي ، أن حجم القلب يزداد في أنواع رياضة المطاولة أي تلك التي تتطلب جهداً وكذلك التي تتسم بزيادة الضغط الحادث على القفص الصدري مثل رفع الإثقال والغطس تحت الماء ويكون تأثيرها أكبر على سمك عضلة القلب (١)

وان ميكانيكية زيادة حجم القلب ترتبط بما يلي :

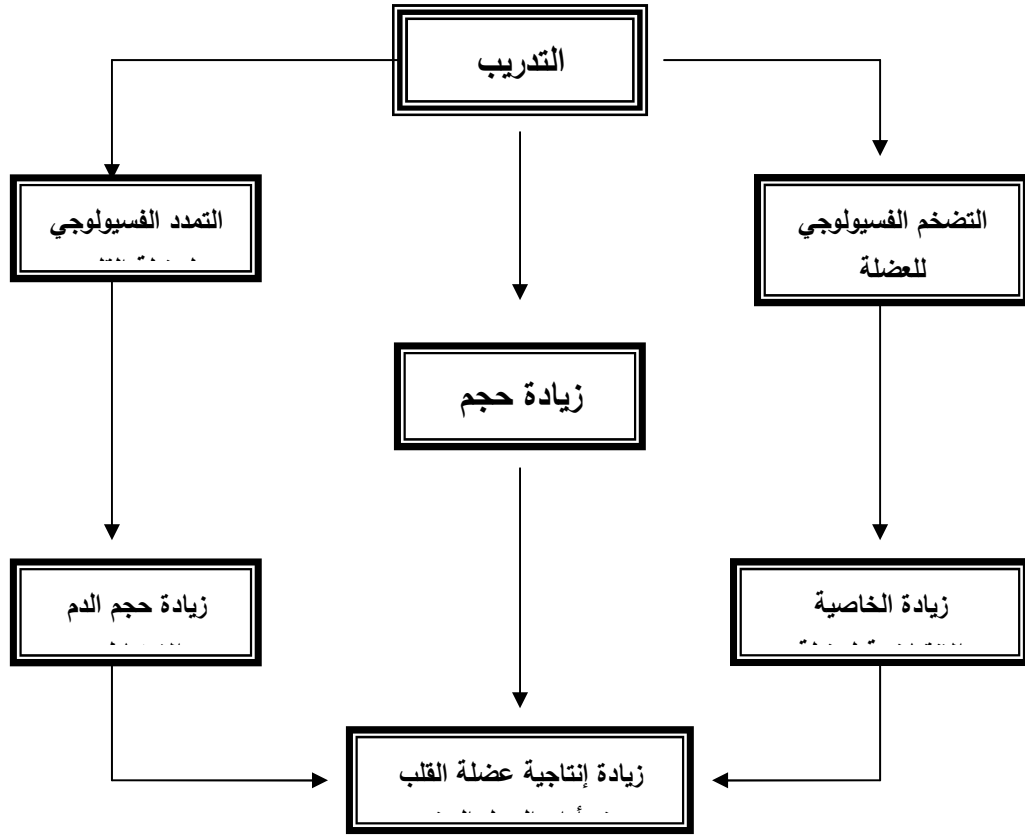
- زيادة اتساع تجويف القلب .
- زيادة حجم عضلة القلب .
- الدمج بين العاملين السابقين (2)

ونقلًا عن (بهاء الدين) توصل رانيل إلى إن حجم القلب المطلق لدى الرياضيين يبلغ حوالي (١٠٠٠سم^٣) ويصل لدى الرياضيين الذين يمارسون تدريبات التحمل لمسافات طويلة الى (١٥٠سم^٣) ، فيما يكون لغير الرياضيين (٦٠٠سم^٣) وقد يرجع القلب إلى حجمه الاعتيادي عند الانقطاع عن التدريب الرياضي لهذا يجب الاستمرار بالتدريب الرياضي المعتدل بعد ترك التدريب الفعلي ، وتشير المصادر إلى أن ظاهرة اتساع التجويف أو التمدد الفسيولوجي تظهر لدى لاعبي التحمل بشكل واضح ويكون الاتساع اكبر في البطنيين عنه في الأذنيين أما ظاهرة التضخم الفسيولوجي والذي يعني زيادة سمك عضلة القلب فتظهر بشكل واضح لدى ممارسي الرياضات التي تتميز بالقوة والسرعة حيث طبيعة التمارين أو الأداء تتطلب زيادة قوة انقباض عضلة القلب والإثارة العصبية العالية وهو ما يؤدي بالنتيجة الى زيادة الكتلة العضلية للقلب (٣) .

(١) رافع صالح فتحي وحسين علي العلي : المصدر السابق ، ٢٠٠٩ ، ص ١١٦ .

(2) WAYNE ALEXANDER and ATHERS : THE HEART 9THED.VOL3.MEGRAW-HILL
COMPAIEWS.U.S.A. 1998.P1

(٣) بهاء الدين سلامة: فسيولوجيا التدريب الرياضي ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ١٩٨٨ ، ص ٣٧ .



شكل (٤)

يوضح تأثير التدريب الرياضي على حجم القلب وإنتاجيته^(١)

٢-١-٤ القدرات البدنية :

٢-١-٤-١ القدرة الانفجارية :

اختلف الخبراء والباحثون في القدرة الانفجارية والسبب في هذا الاختلاف هو إن هذه القدرة مركبة تشترك فيها القوة والسرعة بنسب غير متساوية ، لذلك تباينت الآراء بشأنها فمنهم من يعتقد بأرجحية نسبة القوة في هذه القدرة في حين يعتقد الآخرون بأرجحية نسبة السرعة فكل من (هارة ، وريسان خريبط ، ومحمد حسن علاوي ، وعصام عبد الخالق) لم يتطرقوا إلى القدرة الانفجارية عند تقسيمهم لأنواع القوة العضلية .

أما (ديك ، وقاسم حسن ، وعبد علي نصيف ، والمندلاوي والشاطي ، ومنصور جميل ، ومحمد رضا) فقد عدوها جزءاً من القوة المميزة بالسرعة .

^(١) رافع صالح فتحي وحسين علي العلي : المصدر السابق، ٢٠٠٩، ص ٢٠.

وعدّ (محمد صبحي حسنين ، وعلي البيك ، وعصام عبد الخالق، وسعد محسن إسماعيل) القدرة الانفجارية نوعاً مستقلاً من أنواع القوة العضلية لها خصائصها وأداؤها الذي يميزها عن غيرها من الأنواع ^(١) .

أما (بارو وماجي) فقد ذكرا "أن معظم الرياضيين الناجحين يمتلكون قدراً كبيراً من القوة والسرعة ، ويمتلكون القدرة على الربط بين هذين العنصرين بشكل متكامل لإحداث القوة المتفجرة من أجل تحقيق أداء أفضل" ^(٢) .

وعرفها (محمد رضا) "هي ناتج قابليتين حركيتين هما القوة والسرعة، ويمكن عدّها القابلية على أداء قوة قصوى في أقصر زمن ممكن لمرة واحدة" ^(٣) .

ويعرفها (بسطويسي احمد) بأنها "انطلاق أقصى قوة بأسرع أداء حركي ولمرة واحدة" ^(٤) وعرفها (علي فهمي) بأنها " القدرة على قهر مقاومة اقل من القصوى ولكن في أسرع وقت ممكن" ^(٥) .

ويتفق معه (وجيه و آخرا ن) على أنها " أعلى قدرة يحصل عليها الرياضي وبأقل وقت ولمرة واحدة " ^(٦) .

وترى (ألهام عبد الرحمن) على أن " القدرة الانفجارية تحتل المرتبة الأولى بين ترتيب القدرات البدنية في معظم الأنشطة الرياضية " ^(٧) .

"وهي تعتمد على مقدرة الجهاز العضلي على إخراج أقصى انقباض إرادي وأقصى سرعة للعضلات العاملة".

وأن "الفرد الذي يمتلك هذه الصفة له القدرة على إطلاق القوة من العضلات المشتركة في الحركة والتي تتضمن صفتي السرعة والقوة العضلية" ^(٨)

(١) سعد محسن إسماعيل: تأثير أساليب التدريبية لتنمية القوة الانفجارية للرجلين والذراعين في دقة التصويب البعيد عالية بكرة اليد، بغداد، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية الرياضية، جامعة بغداد ، العراق ، ١٩٩٦، ص ١١.

(2) Barrow and McG.: A practical Approach of measurement in physical Education, lea, Fibiger, Philadelphia, 1973, P122

(٣) محمد رضا : المصدر السابق، ٢٠٠٨، ص ٦٢٠.

(٤) بسطويسي احمد بسطويسي : أسس ونظريات التدريب الرياضي، القاهرة، دار الفكر العربي ، ١٩٩٩، ص ١١٥.

(٥) علي فهمي البيك : أسس أعداد لاعب كرة القدم والألعاب الجماعية ، القاهرة ، دار الفكر العربي، ١٩٩٢، ص ١١٧

(٦) وجيه محجوب وآخرا ن: نظريات التعلم والتطور الحركي، بغداد، مطبعة وزارة التربية، ٢٠٠٠، ص ٧٩.

(٧) ألهام عبد الرحمن محمد: فاعلية التدريب البليومتري على مسافة الوثب العمودي وأثرها على الضربة الساحقة وبعض القدرات البدنية الخاصة بالكرة طائرة ، المجلة العلمية للتربية البدنية والرياضية ، العدد (١٢) ، كلية التربية الرياضية للبنات ، جامعة الإسكندرية ، ١٩٩٧، ص ٢٤٥.

(٨) عناد جرجيس الصوفي : دراسة مقارنة لأثر استخدام تدريبات البليومتري وتدريب الأثقال على الإنجاز بالوثب الطويل وبعض الصفات البدنية والانثروبومترية ، أطروحة دكتوراه ، جامعة الموصل ، كلية التربية الرياضية ، ١٩٩٩، ص ٢٢.

وبناءً على ما تقدم يرى الباحث أن من خصائص تدريب القدرة الانفجارية هو أداء الحركة بسرعة عالية جداً مرتبطاً بكمية القوة اللازمة في التمرين نفسه ولهذا يلاحظ بأن القدرة الانفجارية تؤدي دوراً كبيراً وبارزاً في كثير من الأنشطة الرياضية التي تتطلب من اللاعب أداء المهارات الأساسية من أجل الوصول إلى أفضل مستوى بالأداء ، وإن كل نوع من الألعاب الرياضية يحتاج إلى نوع خاص من القوة وعلى المدرب أن يكون لديه الإلمام التام عند تطوير أي نوع من القوة لأن كل نوع من القوة له طريقته الخاصة في التدريب .

أما بشأن ما تتطلبه صفة القدرة الانفجارية فقد حدد (عادل عبد البصير) هذه المتطلبات بالشكل الآتي : (١)

- درجة عالية من القوة العضلية.
 - درجة عالية من السرعة.
 - القدرة على دمج القوة بالسرعة بشكل انفجاري.
- من خلال التطرق إلى آراء الخبراء بشأن القدرة الانفجارية وما ذهب إليه كلٌ بحسب ما يراه فلماذا يعرف الباحث هذه القدرة بأنها : إنتاج أكبر مقدار من القوة لمرة واحدة بأقصر زمن ممكن ، حيث يستخدم لاعبو الجودو هذه القدرة بشكل كبير جداً في النزالات ، إذ أن نجاح تأدية مسكات الرمي الخاصة بالجودو تعتمد على عامل السرعة لمباغطة المنافس وعدم إعطائه الفرصة لتأدية المسكة المضادة ، ويعتمد هذا النجاح في الوقت نفسه على بذل اللاعب المهاجم أقصى مستوى للقوة لكسر قاعدة ارتكاز اللاعب المنافس ، وأيضاً لرفعه عن الأرض ومن ثم رميه على البساط والسيطرة عليه أرضاً ، لذلك نجد استخدام هذه القدرة بشكل كبير جداً في بداية الشروع بهذه المسكات التي لها شأن كبير في حسم النزالات بالجودو بشكل سريع .

٢-١-٤ القوة المميزة بالسرعة :

وهي قدرة مركبة من القوة والسرعة أيضاً شأنها شأن القدرة الانفجارية ولكنها تختلف عن القدرة الانفجارية في كونها ذات استمرارية بالحركة أي تبذل القوة فيها بسرعة وبتكرارات متعددة في حين إن القدرة الانفجارية تبذل فيها القوة بأقصى سرعة مرة واحدة فقط ، وللخبراء آراء بشأن تمييز القوة المميزة بالسرعة عن القدرة الانفجارية فهناك من يرى أن القدرة الانفجارية تظهر عند عمل العضلات في حالة التسليط على المقاومة ، في حين إن القوة المميزة بالسرعة تظهر في أثناء العمل العضلي في حالتي التسليط والمقاومة والربط بينهما ويمكننا التفريق بين القوة المميزة بالسرعة والقدرة الانفجارية كون إن القوة المميزة بالسرعة (القدرة) هي عبارة عن إمكانية المجموعات العضلية في التغلب على مقاومات أقل من القصوى مدة زمنية معينة ، إذ نجدها متطلباً من

(١) عادل عبد البصير : التدريب الرياضي والتكامل بين النظرية والتطبيق ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ١٩٩٩ ، ص ٩٩

متطلبات كثير من الفعاليات ، والألعاب الرياضية على نحو ما في الملاكمة والسباحة وألعاب القوى عامة ، ففيها يبذل اللاعب قوة عضلية أقل من القصوى بتردد عال مدة قصيرة ، وقد عرف كل من (مفتي إبراهيم وماجد وعماد) القوة المميزة بالسرعة بأنها : "المظهر السريع للقوة العضلية الذي تندمج فيه كلا من السرعة والقوة في محصلة واحدة " . (١)(٢)(٣)

وعرفها (عماد الدين عباس) بأنها : "هي القدرة على التغلب المتكرر على مقاومات باستخدام سرعة حركية مرتفعة ، وهنا تكون مقدار القوة اقل من القصوى وأيضاً مقدار السرعة يكون اقل من القصوى ولو انه مرتفع جداً ، حيث القوة المميزة بالسرعة تتمثل في التكرار دون وجود برهة انتظار لتجميع القوى ومن أمثلتها الجري السريع " . (٤)

أما (قاسم حسن حسين و عبد علي نصيف) فقد عرفاها بأنها : "قابلية الرياضي للتسلط على مقاومة باستخدام السرعة الحركية العالية" (٥)

وعرفها (أبو العلا أحمد عبد الفتاح) بأنها : "قدرة الجهازين العضلي والعصبي على التغلب على مقاومة أو مقاومات خارجية بأعلى سرعة وشد عضلي ممكن" (٦).

وعرفها مع (أحمد نصر الدين) بأنها : "قدرة الجهاز العصبي العضلي على إنتاج قوة سريعة ، الأمر الذي يتطلب درجة من التوافق في دمج صفتي القوة والسرعة في مكون واحد" (٧) ونقلاً عن (بسطويسى احمد) عرفها (هارة) بأنها : "مقدرة العضلة أو مجموعة عضلية للبلوغ بالعضلة إلى تردد في أقل زمن ممكن" (٨).

وعرفها أيضاً (محمد حسن علاوي) بأنها "قدرة الجهاز العصبي العضلي على التغلب على مقاومات تتطلب درجة عالية من سرعة الانقباضات العضلية" (٩).

وكذلك عرفتها (نوال مهدي) "بأنها المظهر السريع للقوة العضلية والذي يدمج كلا من السرعة والقوة في حركة واحدة" (١٠).

(١) مفتي إبراهيم حماد : أسس تنمية القوة العضلية بالمقاومات للأطفال في المرحلة الابتدائية والإعدادية ، ط١ ، القاهرة ، مركز الكتاب للنشر ، ٢٠٠٠ ، ص ٦٥.

(٢) ماجد علي موسى : التدريب الرياضي الحديث ، ط١ ، البصرة ، مطبعة النخيل ، ٢٠٠٩ ، ص ١٠٣.

(٣) مفتي إبراهيم حماد : التدريب الرياضي الحديث – تخطيط وتطبيق وقيادة ، ط٢ ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ٢٠٠١ ، ص ١٦٩.

(٤) عماد الدين عباس : التخطيط والأسس العلمية لبناء وإعداد الفريق في الألعاب الجماعية – نظريات – تطبيقات ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ٢٠٠٥ ، ص ٢٧٠.

(٥) عبد علي نصيف وقاسم حسن : المصدر السابق ، ١٩٨٦ ، ص ٨٦.

(٦) أبو العلا أحمد عبد الفتاح ، أحمد نصر الدين : المصدر السابق ، ٢٠٠٣ ، ص ٨٥.

(٧) بسطويسى أحمد : المصدر السابق ، ١٩٩٩ ص ١١٥

(٨) نوال مهدي وفاطمة عبد المالكى : علم التدريب الرياضي لطلبة المرحلة الرابعة في كليات التربية الرياضية ، جامعة بغداد ، دار الأرقم للطباعة ، ٢٠٠٨ ، ص ٥٠.

(٩) محمد حسن علاوي : علم التدريب ، ط١٢ ، القاهرة ، دار المعارف ، ١٩٩٣ ، ص ٩٨.

(١٠) نوال مهدي وآخرون : التدريب الرياضي ، جامعة بغداد ، دار الأرقم للطباعة ، ٢٠٠٩ ، ص ٩٨.

اتفقت آراء الخبراء كلهم الذين عرضنا تعريفاتهم لصفة القوة المميزة بالسرعة الذين أكدوا أهمية الحالة الحركية خلال بذل القوة والسرعة ، ويضم الباحث رأيه مع آراء الخبراء الذين ركزوا على الحالة الحركية المتكررة في أثناء بذل القوة السريعة ، ويعرف القوة المميزة بالسرعة بأنها : القدرة على بذل قوة تحت القصوى للتغلب على مقاومة خارجية وسرعة عالية جداً بتوافق عضلي عصبي في آن واحد ، وتعد صفة القوة المميزة بالسرعة مهمة في لعبة الجودو إذ تحتاج المتطلبات التكتيكية والتاكتيكية من اللاعب السرعة في تغير وضع جسمه من حالة الدفاع إلى حالة الهجوم و العكس لذا عليه التصرف السريع مع استمراره ببذل القوة للسيطرة على المناورات التي يقوم بها المنافس وفي الوقت نفسه الحفاظ على قاعدة ارتكازه فالانتقال بين هذه المتطلبات يحتاج من اللاعب بذل القوة .

٢-١-٤-٣ مطاولة القوة :

"مطاولة القوة من القدرات البدنية المركبة فهي خليط من المطاولة مع القوة وتعد ذات أهمية كبيرة في الأداء البدني الذي يتطلب توافق في العديد من الفعاليات والألعاب الرياضية ، حيث تعد هذه القدرة في التغلب على مقاومات أثناء الأداء المستمر" (١) .

أن قدرة مطاولة القوة من القدرات البدنية الضرورية لجميع أنواع الأنشطة الرياضية التي تحتاج الى مستوى معين من القوة العضلية لفترات طويلة إي مع موالاه تكرر الأداء.

حيث عرفها (jonath) على أنها مقدرة "الفرد على الاستمرار في بذل جهد متعاقب مع إلقاء مقاومة على المجموعات العضلية المستخدمة" (٢) ، وكذلك عرفها (عصام عبد الخالق) بأنها " كفاءة الفرد على العمل لفترة طويلة تحت ظروف مقاومات ذات تأثير فعال" (٣) .

ويراها (Yassar) بأنها "قابلية العضلة على مقاومة التعب لأطول فترة ممكنة" (٤) ، واتفق معهم أيضاً (قيس وبسطويسي أحمد) الذين عدا هذا التعريف من أنسب ما عرفت به هذه الصفة (٥) ، أما (قاسم حسن حسين وعبد علي نصيف) فيعرفاها بأنها : "قابلية تحقيق مستوى القوة العالي وقابلية المطاولة في آن واحد ولاسيما القابلية ضد التعب الجزئي" (٦) وعرفها (اكولنسكي) بأنها: "قابلية أداء عمل مدة طويلة يكون مرتبطاً بالجهد الجسم الكبير" (٧) .

(١) قاسم حسن حسين : أسس التدريب الرياضي ، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، ١٩٩٨ ص ٤٦٨
(2) jonath u. circuit traxing rowonit,verlage, 1989,p 104

(٣) عصام عبد الخالق: التدريب الرياضي - نظريات - تطبيقات ، ٩٦، جامعة الإسكندرية، ١٩٩٩، ص ١٢٣.
(4) Yassar Seven : Antenna Bilges , Nobel yayin dagitim, 2002 , p.549

(٥) قيس ناجي عبد الجبار و بسطويسي أحمد : المصدر السابق ، ص ٣٣٦
(٦) قاسم حسن حسين ، عبد علي نصيف : علم التدريب الرياضي ، جامعة الموصل ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، ١٩٨٧ ص ٢٢٩
(٧) عبد علي نصيف ، قاسم حسن حسين : تدريب المطاولة ، بغداد ، مطبعة علاء ، ١٩٧٩ ، ص ٢٠

وعرفها (هارة) بأنها "القدرة على مقاومة التعب في أثناء المجهود الدائم الذي يتميز بارتفاع درجة القوة العضلية في بعض أجزائه أو مكوناته"^(١).

أن جميع الفعاليات والألعاب الرياضية التي تتسم بمطاوله القوة تتطلب بذل قوة عضلية مناسبة مقابل مقاومات متعددة لمدة زمنية طويلة حيث يحتاجها الرياضي لمواجهة الحركة بكفاءة جيدة ويمكن أداء أكثر عدد من التكرارات باستخدام وزن الجسم أو جزء منه أو باستخدام أنواع عديدة من المقاومات الخارجية لفترة زمنية محددة"^(٢).

ويذكر (عبد الله حسين) "يميل بعض العلماء الى استخدام القوة مصطلح (القوة العضلية والمطاوله العضلية) كبديل لمصطلح مطاوله القوة ويعني من وجهة نظرهم (مقدرة الفرد على الاستمرار في بذل جهد متعاقب مع بقاء مقاومة على المجموعة العضلية المستخدمة)"^(٣).

أما الباحث فيعرف صفة مطاوله القوة بأنها : قدرة المجاميع العضلية على الأداء المستمر للعمل العضلي الثابت أو المتحرك بشدة متوسطه مع مقاومة التعب أطول مدة ممكنة

وهناك بعض العلماء من صنف مطاوله القوة أو التحمل العضلي إلى نوعين هما :

- التحمل الديناميكي : ويطلق عليه بعض الباحثين (تحمل الأداء الحركي) ، ويقصد به : إمكانية الجسم في الاستمرار بأداء أو تكرار مهارة حركية مدداً طويلة نسبياً ويتوافق جيد من دون الهبوط في المستوى المهاري ، ومثال ذلك نزالات المصارعة ، والجودو ، والملاكمة ... وغيرها من الألعاب القتالية ، وفي الحركات المركبة في الجمناسك .

- التحمل الاستاتيكي : ويقصد به إمكانية الجسم في الاستمرار في بذل القوة واستخدامها أطول مدة ممكنة أو مدة محدودة ضد مقاومة خارجية من دون أن ينتج هذا الاستخدام عن تحريك تلك المقاومة من مكان إلى آخر ، ومثال ذلك التعلق على العقلة مع ثني الذراعين والثبات أطول مدة ممكنة. ويمكن أن يظهر شكل التحمل العضلي الثابت بشكل آخر وهو محاولة تثبيت المقاومة ومنعها من الحركة أطول مدة ممكنة على نحو ما في تثبيت مصارع الجودو لخصمه ، إذ يشترط للفوز تثبيت كتفي الخصم على البساط مدة ثلاثين ثانية.

(١) علي سلوم جواد الحكيم : الاختبارات والقياس والإحصاء في المجال الرياضي ، بغداد ، الطيف للطباعة ، ٢٠٠٤ ص ٩٨

(2) letzel ter, m. traing grandlagen technik, muuchen 1994 p.117

(٣) عبد الله حسين اللامي : التدريب الرياضي لطلبة كليات التربية الرياضية ، جامعة القادسية ، ٢٠١٠ ، ص ١٤١ .

٢-١-٥ المتغيرات الفسيولوجية :

٢-١-٥-١ معدل ضربات القلب :

يعد من أهم المتغيرات الفسيولوجية المصاحبة للمجهود البدني والتي يعتمد عليها كمقياس عند تقييم مستوى اللياقة البدنية للرياضي ، أن معدل ضربات القلب هو مصطلح يشير إلى عدد مرات ضربات القلب (Hart beats) في الدقيقة الواحدة ، حيث عرفه الكثير من الخبراء والعلماء منهم (أبو العلا أحمد وأحمد نصر الدين) بأنه "عدد انقباضات (ضربات) القلب في كل دقيقة ، ويعبر عنه بالضربة في الدقيقة"^(١).

وعرفه أيضا (محمد نصر) بأنه "عدد نبضات القلب في الدقيقة الواحدة" ^(٢).

وكما يسمى الإيقاع المنتظم ما بين انقباض وانبساط القلب بضربات القلب أو معدل القلب ، ويتراوح معدل ضربات القلب ما بين ٦٠-٨٠ ضربة بالدقيقة لدى الأفراد غير المدربين (الإنسان الطبيعي) في حالة الراحة ، ويتراوح ما بين ٤٠-٦٠ ضربة في الدقيقة لدى الرياضيين في حالة الراحة ، أما أثناء الجهد البدني العنيف فيصل عدد ضربات القلب ما بين ١٨٠-٢٤٠ ضربة في الدقيقة ^(٣).

ويرى (عمار جاسم) أن عضلة القلب أهم عضلة في جسم الإنسان وان قياس معدل ضربات القلب يعد مقياسا فسيولوجيا وعلى درجة من الأهمية ، من خلاله يمكن تحديد شدة التمارين والأحمال البدنية وتقويم مستوى الأداء الرياضي والتأكد من فاعلية تحقيق أهداف المناهج التدريبية ^(٤).

ويعد معدل القلب من أهم العوامل لتنظيم حجم الدفع القلبي سواء أثناء العمل البدني ذو الشدة المنخفضة أو الشدة المرتفعة ، وقد تم دراسة معدل القلب عند أداء مختلف الأحمال البدنية من حيث الشدة وزمن الأداء وكلما ارتفعت كفاءة الفرد البدنية كلما انخفض معدل القلب وهذا يظهر ميزة القلب الرياضي ، إذ انه لا يعطي إنتاجا أكثر فقط ولكن أيضا أكثر اقتصادا ^(٥).

(١) أبو العلا أحمد عبد الفتاح ، أحمد نصر الدين سيد : المصدر السابق، ١٩٩٣ ، ص ٣٢٧

(٢) محمد نصر الدين رضوان: طرق قياس الجهد البدني في الرياضة ، مركز للنشر، ١٩٩٨، ص ٦٩ .

(٣) محمد سمير سعد : علم وظائف الأعضاء ، ط٣ ، الإسكندرية ، منشأة المعارف ، ٢٠٠٠ ، ص ١٣٧ .

(٤) عمار جاسم : قلب الرياضي ، بغداد ، مطبعة أب الفنية المحدودة ، ٢٠٠٦ ، ص ٣٥ .

(٥) محمد حسن علاوي ، أبو العلا أحمد عبد الفتاح : فسيولوجيا التدريب الرياضي ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ١٩٩٧ . ص ١٣٧ .

ويبين (محمد نصر) نقلا عن (Karpovich) وهو أحد علماء فسيولوجيا الرياضة البارزين أن معدل القلب يتأثر بعوامل العمر الزمني وأوضاع الجسم (الرقود - ، الجلوس ، الوقوف ... الخ) ، وتناول الطعام ، والوقت في أثناء اليوم (صباحاً ، ظهراً ، مساءً ... الخ) ، والحالة الانفعالية ، والنشاط البدني ، ويتأثر معدل القلب بمستوى اللياقة البدنية للفرد^(١). ويتم قياسه بعدة طرائق منها " طريقة السمع ، وطريقة الجس ، وتسجيل رسم القلب الكهربائي " (٢).

ويمكننا من خلاله الحصول على حالة القلب الوظيفية فان نظامه هو الدليل الحقيقي على ما يضخه القلب من الدم في الدقيقة الواحدة ، وعلى هذا الأساس اعتمد معدل نبض القلب في الفحوصات الطبية لتقدير القابلية البدنية بشكل عام وفاعلية القلب والدورة الدموية بشكل خاص ، ان تغيرات معدل نبض القلب أثناء المجهود البدني وبعده مباشرة هو أحد المؤشرات الحقيقية لقابلية جهاز القلب والدورة الدموية ، فالزيادة التي تحصل له أثناء الجهد وزمن عودته إلى حالته الطبيعية بسرعة بعد انتهاء الجهد مباشرة هي علاقة مميزة لجسم الرياضي ودلالة واضحة على تعود جهاز القلب والدورة الدموية على الجهد البدني^(٣).

هذا ما أشار إليه (أبو العلاء ومحمد صبحي) على أن " التدريب الرياضي له تأثير واضح في معدل نبض القلب حتى في أثناء الراحة " (٤).

فمعدل نبض القلب وقت الراحة يتراوح في الغالب من (٥٠-٦٠) نبضة في الدقيقة وقد يصل عند بعض الرياضيين إلى ما دون (٤٠) نبضة في الدقيقة^(٥).

حيث أن التدريب البدني المنتظم يؤدي إلى انخفاض نبضات القلب في الراحة مقارنة بما قبل التدريب وذلك مرده إلى التكيف الفسيولوجي ، لأن التدريب البدني يؤدي إلى زيادة حجم الدفعة أو كمية الدم التي يضخها القلب بكل نبضة من نبضاته مما يجعل القلب أكثر كفاية في عمله ويستطيع القلب تلبيه الطلب على الدم من قبل أجزاء الجسم المختلفة بعدد أقل من نبضات القلب^(٦).

٢-١-٥-٢ ضغط الدم :

(١) محمد نصر الدين رضوان : طرق قياس الجهد البدني في الرياضة ، القاهرة ، مركز الكتاب للنشر ، ١٩٩٨ ، ص ٦٧

(٢) أبو العلا أحمد عبد الفتاح ، محمد صبحي حسانين : المصدر السابق ، ١٩٩٧ ، ص ٦٠.

(٣) أحمد ناجي محمود : القابلية الأوكسجينية عند العدائين العراقيين في ركض المسافات الطويلة ، رسالة ماجستير ، كلية التربية الرياضية ، جامعة البصرة ، ١٩٨٨ ، ص ١٩ .

(٤) أبو العلا أحمد ، محمد صبحي حسانين : المصدر السابق نفسه ، ١٩٩٧ ، ص ٢٣٤ .

(٥) Berne , R , M & Lery , M : Physiology , The c. v .

(٦) هزاع محمد الهزاع : تجارب علمية في وظائف الجهد البدني ، السعودية ، الاتحاد السعودي للطب الرياضي ، ١٩٩٧ ،

"هو ذلك الضغط الحاصل داخل الأوعية الدموية والذي يمكن بواسطته المساعدة على إيصال الدم من القلب إلى الأوعية والشعيرات الدموية والأنسجة" ^(١).

ويعرفه (رشدي فتوح) " بأنه القوة الناتجة من تصادم جزيئات الدم بجدران الوعاء الدموي نتيجة عمل القلب كما يعد الضغط القوة المحركة للدم داخل جهاز الدوران من خلال سريان الدم من مناطق الضغط العالي الى مناطق الضغط الواطئ" ^(٢).
وكذلك عرفه (صباح إسماعيل) " هو القوة التي يسلطها الدم على وحدة المساحة من جدار الوعاء الدموي" ^(٣).

"ضغط الدم هو القوة المحركة للدم داخل الجهاز الدوري بحيث يسير الدم من منطقة ذات ضغط عال إلى أخرى أقل ضغطاً ، وبسبب اختلاف الضغط من منطقة إلى أخرى تتم حركة الدم في الأوعية الدموية ، حيث تفيد قوة ضغط الدم هذه في استمرارية حركة الدم في الأوعية الدموية" ^(٤).

فعند انقباض البطين الأيسر يرتفع الضغط داخلها إلى حده الأقصى لتصبح منطقة ذات ضغط عالي ينتقل منها إلى منطقة أقل ضغطاً وهي الشرايين المتميزة بمطاطيتها والتي تزيد من مقاومة سريان الدم لضمان ثبات سريان الدم في الشعيرات حتى تعطي الفرصة لإتمام عملية تبادل الغازات وتوفير الغذاء للأنسجة من خلال الشعيرات الدموية ، وبعدها ينتقل الدم إلى الأوردة ومنها يصب مرة أخرى في الأذين الأيمن للقلب وتلك العملية تتم بسبب اختلاف الضغط في كل منطقة عن الأخرى ^(٥).

ويتميز الضغط الدموي بنوعين هما :

أولاً- الضغط الدموي الانقباضي :

وهو الضغط الحاصل نتيجة لانقباض البطين ودفع الدم إلى داخل الأوعية الدموية وكذلك مقاومة جدران الأوعية الدموية (الشرايين) لمرور الدم فيها ويبلغ معدل الضغط الانقباضي بحدود (١٠٠ - ١٤٠ ملم / زئبق) وقد يكون أقل من ذلك عند الرياضيين والنساء .

ثانياً - الضغط الدموي الانبساطي :

وهو الضغط الحاصل نتيجة انبساط العضلة القلبية في الدورة القلبية وتقلص الشرايين المحيطة ، وهو الأكثر أهمية حيث أنه يعبر أكثر من الضغط الفعلي داخل القلب

(١) حمة نجم الجاف ، صفاء الدين طه محمد علي : الطب الرياضي والتدريب ، أبريل ، مطبعة جامعة صلاح الدين ، ٢٠٠١ ، ص ١٠٩

(٢) رشدي فتوح عبد الفتاح : أساسيات عامة في علم الفسيولوجيا ، الكويت ، ذات السلاسل للطباعة والنشر ، ١٩٨٨ ، ص ٢٩٨.

(٣) صباح إسماعيل السامرائي : ارتفاع ضغط الدم ، بغداد ، مطبعة اسعد، ١٩٨٦، ص ٥.

(٤) أبو العلا احمد عبد الفتاح : المصدر السابق، ١٩٩٧، ص ١٥٨.

(٥) محمد سمير سعد الله : المصدر السابق ، ٢٠٠٠ ، ص ١٢٤ .

والأوعية الدموية ويقدر معدل الضغط الانبساطي بحدود (٦٠ - ٩٠ ملم/زئبق) ^(١). وكذلك يتفق كل من (أبو العلا احمد عبد الفتاح واحمد محمد خاطر وبهاء الدين سلامه) أن ضغط الدم هو عاكس مهم لعمل الجهاز الدوري ومن المعروف أن الدم ينتقل من القلب إلى أنحاء الجسم عبر الشرايين والأوعية الدموية ثم يعود إلى القلب مرة أخرى وهذا ما يعرف بالدورة الدموية وهي دورة مغلقة ويعمل بها القلب عمل المضخة ومن المعروف أن ضغط الدم داخل الشرايين غير ثابت إذ أنه يتذبذب بين الارتفاع والانخفاض وذلك يرجع إلى الانقباض والانبساط في عضلات البطين الأيسر ، ويدعى ضغط الدم أثناء الانقباض بالضغط الانقباضي (العالي) وذلك لان الدم أثناء انقباض القلب يندفع نحو الشريان الأبهر مولدا ضغطا "عاليا" جدا على جدران الشرايين لذلك يسمى بالضغط العالي ويبلغ مقداره في الإنسان البالغ الاعتيادي في وقت الراحة (١٢٠ ملم/ ز) ويسمى الضغط أثناء الانبساط بالضغط الانبساطي (الواطي) وهو في الإنسان الطبيعي أثناء الراحة يبلغ (٨٠ ملم / ز) ^{(٢) (٣) (٤)} .

"ويعد قياس ضغط الدم من الطرائق السهلة والشائعة لدراسة الجهاز الدموي" ^(٥).
 "وأن الفرق بين الضغط الانقباضي والضغط الانبساطي هو ما يسمى بضغط النبض ويمكن الحصول عليه من إيجاد الفرق بين الضغطين ^(٦).
 "وكذلك متوسط الضغط الشرياني يمكن الحصول عليه من إيجاد متوسط الضغطين الانقباضي والانبساطي " ^(٧).

"والتدريب الرياضي يؤدي إلى ارتفاع الضغط الدموي في أثناء الحمل التدريبي وتظهر هذه الزيادة مباشرة في بداية الحمل البدني المتحرك مع حدوث تغيرات بسيطة بالضغط الانبساطي مقارنة بالضغط الانقباضي " ^(٨).

بسبب الزيادة الحاصلة بالنواتج القلبية الذي يندفع إلى الشرايين وذلك لحاجة العضلات إلى الأوكسجين والغذاء اللذين ينتقلان إليها عبر الشعيرات الدموية في الأنسجة العضلية عن طريق الدم ^(٩).

(١) محمد محمود أحمد : نتائج علمية وعملية في تأثير الضغط الدموي على الرياضيين ، عمان ، دار الفكر للطباعة ، ١٩٩٩ ، ص ٢٤.

(٢) أبو العلا أحمد عبد الفتاح : بايولوجيا الرياضة ، ط ٢ ، القاهرة دار الفكر العربي ، ١٩٩٨ ، ص ٢٢٣.

(٣) أحمد محمد خاطر ، علي فهمي بيبك: القياس في المجال الرياضي ، ط ٤ ، القاهرة ، دار الكتاب الحديث ، ١٩٩٤ ، ص ١٤١.

(٤) بهاء الدين سلامة: فسيولوجيا الرياضة ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ١٩٩٤ ، ص ٢٦٠.

(٥) ريسان خريبط مجيد : فسيولوجية الرياضة ، جامعة بغداد ، ٢٠٠٢ ، ص ٩٠ .

(٦) محمد حسن عداي وفؤاد شمعون : علم الفسلجة ، ج ١ ، الموصل ، دار الكتب ، ١٩٨٧ ، ص ٤٦٦.

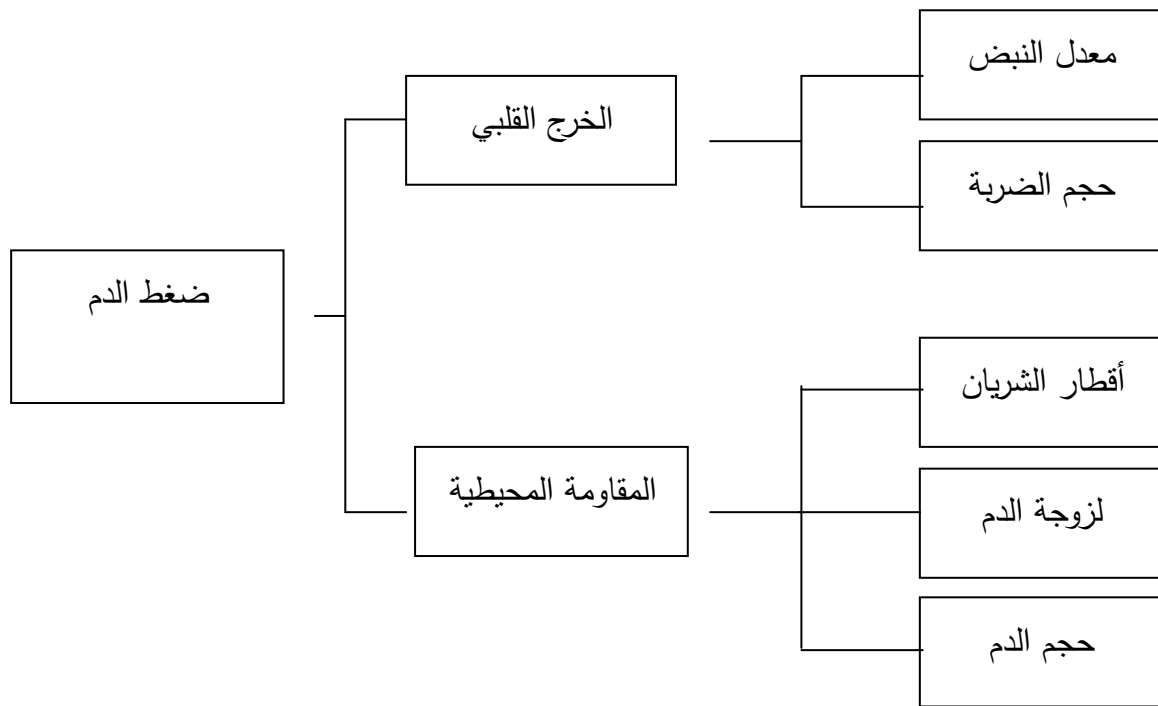
(٧) محمد حسن علاوي ، ابو العلا احمد : فسيولوجيا التدريب ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ٢٠٠٠ ، ص ٢٥٠.

(٨) أبو العلا أحمد عبد الفتاح : بيولوجيا الرياضة ، الإسكندرية ، دار المعارف ، ١٩٨٥ ، ص ٧٣ .

(٩) أسامة رياض: الطب الرياضي وكرة اليد ، مركز الكتاب للنشر ، ط ١ ، ١٩٩٩ ، ص ٢٦٤.

ويتأثر ارتفاع ضغط الدم في أثناء التدريب بعوامل مختلفة منها العمر والجنس ونوع التدريب البدني وكمية العضلات المشتركة في العمل العضلي وكذلك وضع الجسم في أثناء أداء النشاط البدني إذ يزيد ارتفاع ضغط الدم عند أداء الحمل البدني نفسه بالذراعين عما هو عليه لو كان أداؤه بالرجلين وكذلك نلاحظ اختلاف النسب المئوية لارتفاع أو انخفاض ضغط الدم ارتباطاً بنوع التخصص الرياضي ويذكر أن هذه التغيرات ترتبط بمدى تناسب زيادة الدفع القلبي ونقص مقاومة سريان الدم وكذلك حساب زيادة معدل القلب على حساب زيادة حجم الضربة ومن المعروف أن الضغط الدموي يزداد في حالة التمرين والسبب في ذلك نتيجة لانقباض الألياف العضلية بشكل حاد مما يؤدي إلى الضغط على الأوعية الدموية فيزيد من مقاومة الأوعية الدموية لمرور الدم^(١).

ومن خلال الشكل التالي تستدل على العوامل التي تحدد الضغط الدموي بشكل واضح^(٢).



شكل (٥)

يوضح العوامل المحددة للضغط الدموي

^(١) حسن أحمد الشافعي : الرياضة والقانون ، شركة سعيد رأفت للطباعة ، ١٩٧٧ ، ص ٤٦ .

^(٢) محمد سليم صالح ، عبد الرحمن عنبر : علم حياة الإنسان ، جامعة الموصل ، دار الكتب للطباعة والنشر ، ١٩٨٢ ، ص ٤١٤ .

٢-١-٥-٣ الناتج القلبي C.O :

عرفه (عمار جاسم) هي كمية الدم التي يدفعها القلب أثناء تقلص البطينين وتبلغ قيمتها عند الإنسان الطبيعي حوالي (٧٠ ملي لتر)^(١) .

عرفها (Robert) " هو كمية الدم الذي يضخه البطين الأيسر في الأبر إلى الجسم أو البطين الأيمن في الشريان الرئوي إلى الرئتين أي البطينين و يضخان الكمية نفسها من الدم في مدة زمنية معينة " ^(٢).

وكذلك عرفها (Honker) الخرج القلبي و هو عبارة " عن كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة الواحدة باللتر أو الملي لتر ويقصد به الدم المدفوع من البطينين ويتراوح حجمه بين ٥-٦ لتر/ دقيقة " ^(٣).

ويعتمد الناتج القلبي على عاملين :

- حجم الضربة (Stroke Volume) : كمية الدم المدفوعة من القلب بالضربة الواحدة.

- معدل القلب (Heart Ratp) : عدد ضربات القلب في الدقيقة الواحدة .

"ويعتبر الدفع القلبي من أهم المؤشرات الفسيولوجية لحركة الدم بالجسم ويستخدم لتقويم عمل القلب أثناء العمل العضلي " ^(٤).

ويمكن التعبير عن الخرج القلبي بالشكل الآتي :

الخرج القلبي = حجم الضربة × عدد ضربات القلب في الدقيقة ^(٥).

"ويعتمد الخرج القلبي على مقدار الدم الوريدي العائد إلى القلب من أجزاء الجسم المختلفة جميعها ، فكلما زاد الدم العائد إلى القلب زاد الخرج القلبي ، وهذا ما يحصل في أثناء التدريب البدني " ^(٦).

إنَّ الخرج القلبي في البالغين من الذكور هو بحدود ٥-٦ لتر/ دقيقة ، بينما في الإناث بحدود ٥لتر/ دقيقة وتعتمد سرعة القلب على عوامل عدة وهي الايونات والهرمونات ودرجة الحرارة وغيرها ، أما حجم الضربة فيعتمد على حجم الدم الوريدي العائد إلى القلب وحجم القلب وقوة العضلات القلبية ، إن حجم القلب في الرياضيين المدربين جيداً أكبر مما في غيرهم لكن هذه الزيادة في الحجم مصحوبة بزيادة في البروتينات العضلية والميوكلوبين ، كما أن الدورة التاجية

(١) عمار جاسم مسلم : المصدر السابق ، ٢٠٠٦ ، ٥٢.

(2) Robert c. Schlant : year book of cardiogy , Masbgyear luc .USA.1997,p25.

(3)Huonker -M; halle-M : Keul - j: Structural and functional a doptations of the cardiovascular system by training , department of rehabilitations prevention and sports medicine, freiburg University Hospital, lut- J sport -med nov ; 17 supp 13, germany, 1996.p75 .

(٤) ابراهيم سالم وآخرون : موسوعة فسيولوجيا مسابقات المضمار ، ط١ ، القاهرة ، مركز الكتاب للنشر ، ١٩٩٨ ، ص١٢٧.

(5)Roy-j-shephard, m.d;ph: d.d.p.e: Responses of the cardiovascular system to exercise and training, current the ropy insports medicine, Toronto, carada,1995.p.448

(٦) قاسم حسن حسين : المصدر السابق ، ١٩٩٠ ، ص٨٩.

تتناسب طردياً مع درجة تضخم القلب ، لذا فإن القلب في الرياضيين ينبض بقوة أكبر مما في غير الرياضيين عند ممارسة الرياضة مما يمكن الرياضيين من الحصول على خرج قلبي أعلى ولكن النبض أوطأ مما في غير الرياضيين ^(١).

٢-١-٥-٤ نسبة الأوكسجين بالدم (BO2) :

يدخل الأوكسجين مع الهواء إلى الجسم عن طريق الأنف ثم إلى الحنجرة ثم إلى نظام قصبي هوائي معقد يصل إلى الحويصلات القريبة من الشعيرات الدموية ، إذ يتم تبادل الغازات بين الهواء في الحويصلات والدم في الشعيرات (الأوكسجين من الهواء إلى الدم وثنائي وأكسيد الكربون من الدم إلى الهواء) ثم يذهب الدم المحمل بالأوكسجين إلى القلب إذ يضخ منه إلى أنسجة الجسم كافة وحسب أولويات الاحتياج إذ تختلف أنسجة الجسم في قابلية تحملها لنقص الأوكسجين وغالبا ما يكون أكثر الأنسجة تخصصاً أولها تأثراً ، فالأنسجة العصبية مثلاً هي أول المتضررين أما الأنسجة الدهنية فلا تتضرر إلا إذا كان نقص الأوكسجين مزمناً تحمل خلايا الدم الحمراء تحديدا ذرات الأوكسجين بواسطة صبغة تدعى الهيموغلوبين ^(٢).

إذ إن تنظيم الأوكسجين O_2 يعتمد بالشكل الرئيس على الخواص الكيميائية للهيموغلوبين، حيث عند مرور الدم في الرئتين يتحد الهيموغلوبين مع الأوكسجين O_2 ، وعندما يمر الدم في السائل خارج الأنسجة وبسبب الألفة القوية لا يفقد الهيموغلوبين الـ O_2 إذا كان تركيز الأوكسجين O_2 خارج الخلايا عالي، وبالعكس إذا كان التركيز واطئ سيطلق الهيموغلوبين كمية كافية من الأوكسجين O_2 إلى السائل خارج الخلايا ، وبهذا فإن عملية التحكم بتركيز O_2 يعتمد على الخواص الكيميائية للهيموغلوبين ^(٣).

ويتم قياس نسبة الأوكسجين في الدم عادة بواسطة أجهزة حديثة تعتمد قياسه في الشعيرات الدموية وتعطي نسبة قليلة الخطأ ووحدة قياسية هي مليمتر زئبقي (Mm.Hs) وكيلو باسكال (Kpa) ، ومن المعلوم أن نسبة الأوكسجين بالشرابين هي أعلى بكثير من نسبة الأوردة التي تعود بالدم المحمل بثنائي أكسيد الكربون إلى القلب ثم إلى الرئة إذ تعاد العملية من جديد و تكون نسبته في الإنسان بالظرف العادي من (٩٠-١١٣) ملم . زئبق ^(٤)

^(١) فاضل سلطان : وظائف الأعضاء والتدريب البدني ، السعودية ، الاتحاد العربي السعودي للطب الرياضي ، ١٩٩٠، ص ٥٤.

^(٢) Hoer,W,W,K.Life Time physical fitness and wellness, Apersolized program. University .of Texas, Morton publishing company , 1986,p9

^(٣) غايتون وهول: المرجع في الفيسيولوجيا الطبية، ترجمة صادق الهاللي، منظمة الصحة العالمية، المكتب الاقليمي للشرق المتوسط، ١٩٩٧، ص ٧.

^(٤) Kaich,F;Sport Health and Nutrition Olympic Scientific Congress

٢-١-٦ المتغيرات البيوكيميائية :

٢-١-٦-١ أنزيمات الكبد (ALT / GPT) و (AST / GOT) :

وهي بعض الأنزيمات الموجودة بداخل خلايا الكبد منها :-

١- أنزيم الأئين أمينو ترانسفيراز (Alanine Aminotransferase) ويرمز له

(ALT / GPT)

٢- أنزيم أسبرتات أمينو ترانسفيراز (Aspartate Aminotransferase)

ويرمز له (AST / GOT)

تنشأ هذه الأنزيمات من أنسجة عديدة خاصة في الكبد والقلب والعضلات ويتراوح المستوى الطبيعي لأنزيم (GPT) من صفر إلى ٤٥ وحدة دولية / لتر في الدم وتتراوح نسبة الأنزيم (GOT) من صفر إلى ٤١ وحدة دولية / لتر في الدم .

يرتفع مستوى أنزيمات الكبد في الدم في الأمراض المصاحبة لتلف وتكسير خلايا الكبد وخلايا الأنسجة الأخرى التي توجد بداخلها حيث يرتفع أنزيم (GPT) في الحالات الحادة حيث يوجد في الساييتوبلازم ثم يليه أنزيم (GOT) الذي يوجد في الميتوكوندريا والساييتوبلازم ، ولذلك يكون أكثر ارتفاعا في الحالات المزمنة واحتشاء عضلة القلب وكذلك ترتفع نسبة أنزيم (GOT) في حالات ضمور العضلات والتهابها^(١).

أن انتقال المجموعة الامينية من حامض أميني إلى حامض كيتوني من العمليات الحياتية الهامة في تمثيل الأحماض الامينية ، وتتم هذه العملية في أنسجة جسم الإنسان من خلال فعالية مجموعة من الأنزيمات التي تساعد على أتمام هذه التفاعلات ويطلق على هذه المجموعة من الأنزيمات اسم ترانس امينيز ، نسبة الى قدرتها على نقل مجموعة الأمين ومن أمثلتها أنزيمات الكبد (GOT ، GPT)^(٢).

٢-١-٦-٢ حامض اللاكتيك :

انتشرت نظرية حامض اللاكتيك وتراكمه كمعوق للأداء منذ عام (١٩٣٥) وظلت هذه الفكرة سائدة، لأسباب عدة أهمها أنه يصاحب العمل العنيف سرعة تراكم حامض اللاكتيك في العضلات العاملة الذي يرتبط بقوة الانقباض العضلي وسرعته^(٣).

أن حامض اللاكتيك "هو عبارة عن مركب كيميائي يرمز له (C3H6O3) ويعتبر

^(١) <http://www.6abib.com/lab/lab-9.htm>

^(٢) Robert K . Mura ,& : Harpers Biochemistry , along Medical book , Beirut , Lebanon , 1993 , p . 93.
^(٣) علي البيك وأخران : راحة الرياضي ، الإسكندرية ، منشأة المعارف ، ١٩٩٥ ، ص ٣٢

الصورة النهائية لاستهلاك الكلايكونجين اللاهوائي (بعدم كفاية الأوكسجين) وتبلغ نسبته في الدم لدى الفرد العادي وقت الراحة من (٨-١٢) ملي غرام أي حوالي (١) ملي مول / لتر ، إلا أن هذه النسبة تزداد عند أداء الأنشطة الرياضية ذات الشدة العالية وعند معدل منخفض من الأوكسجين (Hypoxia)^(١)

وأما (Paul A . Johnson) فقد عرف حامض اللاكتيك بأنه "عبارة عن حامض ينتج من الخلايا عن طريق سلسلة من التفاعلات الكيميائية والتي لا تحتاج إلى أوكسجين (الأيض اللاهوائي) والأيض اللاهوائي يحدث عندما تكون كمية الأوكسجين المطلوبة للأيض اللاهوائي قليلة " ⁽²⁾

١-٢-٦-١-٢ أهمية حامض اللاكتيك كمؤشر في التدريب :

من أهم الاختبارات الفسيولوجية الحديثة قياس حامض اللاكتيك الذي أصبح من الاختبارات المهمة في تقويم البرامج التدريبية والتعرف على مدى تأثيرها في نظم إطلاق الطاقة الهوائية واللاهوائية ، فقليل جدا من المدربين يستعمل مثل هذا القياس للتعرف على شدة التدريب ، بل يعتمدوا على خبراتهم وتجاربهم الشخصية وذلك بسبب قلة الإمكانيات والأجهزة والتي ربما قد لا تكون متوفرة في أي مكان ، فقياس حامض اللاكتيك يساعد في التوصل إلى الارتقاء بمستوى كفاءة الرياضي باعتباره مؤشراً للبرامج التدريبية في تحقيق أفضل انجاز . ولأهمية قياس حامض اللاكتيك أصبح هناك طريقة تدريب تسمى (تحمل اللاكتات) (Lactat Tolerance training) وهي إحدى الطرائق المباشرة بتأثيرها على المتغيرات الوظيفية لإنتاج اللاكتيك ، إذ أن تحديد مواصفات البرنامج الذي نريد استخدامه وفقاً لنوع النشاط الرياضي التخصصي يتم تحديد (شدته وعدد تكراراته وعدد المجموعات وفترة الأداء الى فترة الراحة ونوعية فترة الراحة) وفق أنظمة الطاقة (فوسفاتي ، لاكتيكي ، هوائي) فالاعتماد على نبض القلب يعد مقياس شائع الاستخدام وتقديري للجهد الرياضي ، إذ يمكننا من خلاله معرفة الشدة وتأثيرها في عضلة القلب وهذا يمثل الصورة الخاصة بحمل التدريب الواقع على اللاعب ، لان تحسن عمل عضلة القلب لا ينتج عنه بالضرورة تأقلم أو تكيف العضلات المشتركة في العمل العضلي ، في حين أن قياس نسبة تركيز حامض اللاكتيك هو قياس مباشر لشدة التدريب وتأثيرها على العضلة ^(٣).

^(١) بهاء الدين سلامة : المصدر السابق ، ١٩٩٠، ص ١٠٧

⁽²⁾ www.Aozoon.com. Paul A. Johnson Ed . M . , Healthy Advantage : Lactic Acid test .

^(٣) شاكر الشبخلي : المصدر السابق ، ٢٠٠١، ص ٥٦

كما أن الاعتماد على معدل النبض فقط في تحديد شدة الأداء بشكل موحد لا يعطي الصيغة النهائية للاختبار ، وذلك بسبب مشاكل كثيرة ومنها الفروق الفردية ، وعليه فأن استخدام اختبارات اللاكتيك ومعدل ضربات القلب (النبض) يعطي أكثر دقة في التطور في التدريب وتلافي السلبيات ووضع معدلات جديدة للتدريب ، وهذا ما تطلب من أجراء اختبارات لحامض اللاكتيك في الدم بصورة دورية ويفضل أن تكون كل ثلاثة أو أربعة أسابيع^(١).

٢-١-٦-٢ نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم قبل الجهد البدني وبعده :

تباينت الدراسات والبحوث في تحديد نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم ، غير ان الدراسات والبحوث كلها قد اتفقت على انه هناك نسبة من حامض اللاكتيك أثناء الراحة وان هذه النسبة تزداد طردياً مع زيادة شدة الأداء عما عليه في زمن الراحة ، إذ تصل إلى أعلى نسبة لها في التمرين ذات الشدة القصوى من (٣٠-٣٠ د) ، فيؤدي ذلك إلى تجمع حامض اللاكتيك في العضلات مما يعيق عمل منظومة الطاقة مؤدياً إلى التعب ، وبعد انتهاء الجهد وخلال الاستشفاء ينتقل حامض اللاكتيك إلى الدم ثم يزول ويرجع إلى مستواه الطبيعي قبل أداء الجهد بفترة .

أما فيما يخص تركيز حامض اللاكتيك فقد أشار (فاضل الشويلي) نقلاً عن (هيثم الراوي) بأن " تركيز حامض اللاكتيك في الدم أثناء الراحة هو تقريباً (١ ملي مول/لتر) ، ويمكن أن يكون ناتجاً من معدل الايض العضلي المنخفض في أثناء الراحة الذي أن ينشأ أيضاً بسبب عمليات الايض المنخفضة في كريات الدم الحمراء والتي تستمر بالايض أثناء الراحة^(٢).

أما خلال الجهد البدني فان تركيز نسبة حامض اللاكتيك في الدم والعضلة ممكن أن ترتفع لتصل أقصى ما يمكن خلال الجهد القصوي .

إذ يذكر (محمد حسن علاوي وأبو العلا) ان تركيز حامض اللاكتيك في الدم خلال سباقات العدو والسباحة يصل إلى (٢٢) ملي مول في حين يكون خلال الراحة (١) ملي مول تقريباً أي زيادة قدرها (٢٠) مرة^(٣).

بينما ذكر (شاكر الشخيلي) نقلاً عن (كيل ونيل) " أن المعدل الطبيعي لحامض اللاكتيك في الدم يتراوح (١-٢) ملي مول تقريباً أثناء الراحة أما في أثناء الجهد العالي فيزداد معدله من (١١-٢٢) ملي مول تقريباً^(٤).

يصل تركيز حامض اللاكتيك إلى حده الأقصى في العضلة والدم وبخاصة عند استخدام الشدة القصوى عند تحلل الكلوكرز لا هوائياً فيتباطأ انقباض العضلة وعند استنفاد الكلايوجين

(١) حاتم حسين محمد : دراسة مستوى تركيز حامض اللاكتيك ونبض القلب في تقنين الشدة التدريبية وتحسين المستوى الرقمي ، الإسكندرية ، مجلة نظريات وتطبيقات ، العدد ، ٣٦ ، ١٩٩٩ ، ص ٢٧ .

(٢) فاضل كامل الشويلي : تأثير التدريب الرياضي في تراكيز مكونات العرق الرئيسية ومثيلاتها في البلازما وعلاقتها بنظام انتاج الطاقة في الحجم ، اطروحة دكتوراه ، جامعة بغداد ، كلية التربية الرياضية ، ١٩٩٧ ، ص ٤٩ .

(٣) محمد حسن علاوي ، ابو العلا احمد : المصدر السابق ، ١٩٨٤ ، ص ٣٦١ - ٣٦٢ .

(٤) شاكر محمود : المصدر السابق نفسه ، ٢٠٠١ ، ص ٤٨ .

فهذا يعني ان العضلة ليست لديها مول الترد للطاقة وهذه التغيرات تسبب التعب العضلي وتقل القدرة على القيام بالمجهود العضلي تدريجياً^(١).

وان الزيادة في حموضة الدم بسبب زيادة حامض اللاكتيك تؤدي إلى تثبيط نشاط الأنزيمات الخاصة بتوليد الطاقة^(٢).

وبخاصة أنزيمات (ATP) في المايوسين حيث تقل كميتها بشكل كبير وهذا النقص يؤدي بدوره إلى ضعف في إمكانية تجهيز الطاقة الكيميائية وتحويلها إلى طاقة ميكانيكية ضرورية للنقل العضلي وان حالة تجمع حامض اللاكتيك تؤدي إلى ضعف نشاطات أنزيمات الأكسدة التي تساهم في عملية الأكسدة المصحوبة بالفسفرة^(٣).

٢-١-٦-٢-٣ نسبة تركيز حامض اللاكتيك في العضلة والدم خلال الجهد

القصوي قصير الامد :

إن عملية التدريب تحدث تكيفاً فسيولوجياً في جميع أجهزة وأعضاء الجسم إذ يتميز الأفراد المدربون بنسبة أكبر من تركيز حامض اللاكتيك في الدم بعد أقصى حمل تدريبي مقارنة بغير المتدربين كم في الدم وهذا يدل على تحسين الكفاءة الكيميائية والحيوية بالتدريب^(٤).

وان الشخص المتدرب يستطيع تحمل نسبة عالية من تركيز حامض اللاكتيك مع زيادة تكيفه في القدرة على تحليل الكلايوجين حيث تصل مثلاً نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم عند المتدرب (١٤.٢ ملي مول/لتر) بينما لا يحصل غير المتدرب على نسبة أعلى من (١٢ ملي مول/لتر) خلال الجهد البدني بالرغم من ان التركيز لنسبة حامض اللاكتيك في الدم (١ ملي مول/لتر) في الراحة عند الرياضي وغير الرياضي على حد سواء . وهذا يعكس لنا نقصاً كبيراً في نسبة الكلايوجين الخزين في العضلات والذي استخدم خلال الجهد لدى المتدرب وغير المتدرب والذي انخفض الكلايوجين عند المتدربين إلى (٢٢ ملي مول/لتر/كغم) عضلة بينما حافظ الشخص غير المتدرب على حدود (٤٢ ملي مول /لتر/كغم) من العضلة. وبما أن البايروفيك يتحد مع أيون الهيدروجين لتكوين حامض اللاكتيك في غياب الأوكسجين ويمكن إزالة بعض البايروفيك في العضلة العاملة وذلك باتحادها مع الامونيا لتكوين (الأمين) وقد لاحظ العلماء زيادة هذا المركب عند الأشخاص المدربين وهذا هو السبب الرئيس لتأخر ظهور التعب عند الرياضيين والناتج عن زيادة إنتاج حامض اللاكتيك أثناء النشاط البدني^(١).

(١) ريسان خريبط مجيد: التحليل البايوكيميائي والفلسفي في التدريب الرياضي ، جامعة البصرة ، مطبعة دار الحكمة ، ١٩٩١ ، ص ١٧٧.

(٢) شاكر محمود زينل الشيلي : المصدر السابق نسخة ، ٢٠٠١ ، ص ٥٩.

(٣) ريسان خريبط مجيد : تحليل الطاقة الحيوية للرياضيين ، الأردن ، دار الشروق للنشر والتوزيع ، ١٩٩٩ ، ص ٦٨.

(٤) هيثم عبد الرحيم الراوي : تقويم البرامج التدريبية على وفق بعض المؤشرات الكيميائية والفلسفية لدى لاعبي الكرة الطائرة في العراق ، اطروحة دكتوراه ، جامعة بغداد، كلية التربية الرياضية ١٩٩٦ ، ص ١٧.

(١) شاكر محمود زينل الشيلي : المصدر السابق ، ٢٠٠١ ، ص ٥٣.

٢-١-٦-٢-٤ طرائق التخلص من حامض اللاكتيك :

من المعروف أن زيادة تجمع حامض اللاكتيك الناتج عن الجلزمة اللاهوائية يؤدي إلى حدوث التعب ولذلك فأن الاستشفاء الكامل من التعب يتم إذا ما تخلص الجسم من هذا الحامض الزائد في العضلات والدم .

فقد دلت نتائج عدة دراسات بالنسبة لسرعة التخلص من حامض اللاكتيك ، أن مدة (ساعة) تكفي لإزالة معظم حامض اللاكتيك ، ويتطلب التخلص من نصف مقداره المتجمع بعد التدريبات ذات الشدة القصوى (٢٥) دقيقة ، وهذا يعني أن التخلص من (٩٥%) من حامض اللاكتيك يتم خلال ساعة وربع بعد أداء التدريبات ذات الشدة القصوى ، بينما يقل عن ذلك في حالة انخفاض شدة أداء التدريب ^(٢).

وان عملية التخلص من تركيز حامض اللاكتيك بالطرائق الآتية : ^(٣)

- خروج حامض اللاكتيك مع العرق والادرار وبدرجة قليلة .
- تحول حامض اللاكتيك إلى كلايكوجين وكلوكوز ، ويحدث هذا في الكبد. وفي العضلات يتحول إلى كلايكوجين لتزويد العضلات بالطاقة ، والأنزيم المساعد بهذه العملية هو (LDH) وان زيادة هذا الأنزيم هي زيادة في القدرة على التخلص من حامض اللاكتيك التي يمكن ان تتأثر بنشاط أنزيم (لاكتات بيرميز ، Lactate Permease) الذي يقوم بتنظيم عملية نقل حامض اللاكتيك الى خارج الخلايا.
- يتحول إلى بروتين وبكمية قليلة وبشكل مباشر في الفترة الأولى للاستشفاء بعد التمرين.
- أكسدة حامض اللاكتيك لتحويله إلى (H₂O , CO₂) لاستخدامه نظام الطاقة الهوائي وهو يمثل الجزء الأكبر في نسبة التخلص من تركيز الحامض في الدم .

٢-١-٦-٣ الصوديوم (Na⁺) :

"الصوديوم هو احد الأملاح المعدنية ويحتوي جسم الإنسان على حوالي (١٠٥) غم من هذا العنصر في صورة كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) والذي يوجد ذائباً في سوائل الجسم كالدم وتبلغ نسبته في البلازما الدم (١٣٥-١٤٥) مل/لتر" ^(٤).

"يعتبر الصوديوم كايون أحادي التكافؤ يوجد في السوائل خارج الخلايا في الجسم والسوائل داخل الأوعية الدموية والسوائل حول الخلايا ، ويوجد حوالي (٥٠%) من صوديوم الجسم في هذه السوائل

^(٢) محمد حسن علاوي ، أبو العلا احمد : المصدر السابق ، ١٩٨٤ ، ص٣٦٩ .

^(٣) أبو العلا احمد ، محمد نصر الدين السيد : المصدر السابق ، ص١٦٩-١٧٦-١٧٧ .

^(٤) خالد صلاح الدين : وظائف أعضاء الجهد البدني ، جامعة الملك سعود ، كلية التربية ، قسم التربية البدنية وعلوم الحركة ، ٢٠٠٨ ، ص٣٧

، ويوجد الصوديوم بنسبة قليلة في (١٠٪) داخل الخلايا رغم أن الجسم يعمل دائماً على دفع هذا الصوديوم إلى الخلايا ، أل (٤٠٪) الباقية من الصوديوم توجد في الهيكل العظمي على سطح العظام حيث يلعب نصف هذه الكمية دور مخزن للصوديوم القابل للتبادل بين سوائل خارج الخلايا عند انخفاض معدل الصوديوم الداخل للجسم في الوجبة الغذائية^(١)

"يحتاج الجسم عادة (٤-٥) غم يومياً في الوقت الذي تبلغ كمية الملح التي يتناولها الإنسان (٦-١٨) غم وهي تزيد عما يحتاجه الجسم ، بينما يحتاج الرياضي إلى حوالي (٢٤) غم يومياً لتعويض ما يفقده مع العرق أثناء التمرن إلا أن تناول كميات زائدة منه ليس ضرورياً^(٢).

أن وظائف الصوديوم في جسم الإنسان هي :

١- يعمل على حفظ التوازن الحامضي - القاعدي Acid-base Balance في سوائل الجسم، إذ يعمل مع العناصر القلوية الأخرى كالبيوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم على حفظ قلوية الجسم عند المعدل الهيدروجيني (PH) الذي يجب أن تكون عليه هذه السوائل له دور مهم في تنظيم حركة السوائل داخل الخلايا وخارجها وهذا مما يؤدي إلى تنظيم الضغط الأسموزي للسوائل والحفاظ على توازنها في خلايا الجسم ، أو يؤدي إلى الحفاظ على التوازن المائي Water Balance في الجسم .

٢- له دور هام في توصيل الإشارات العصبية من خلية إلى أخرى وفي تنظيم انقباض عضلات الجسم وعضلة القلب ، من خلال التركيز الطبيعي لأيونات الصوديوم في الجسم.

٣- ضروري لعملية الانتقال النشط Active Transport للجلكوز والأحماض الأمينية وبعض الفيتامينات من خلال جدار الأمعاء إلى الخلايا ولانتقال الكربونات والبيكاربونات وغيرها من المركبات عبر خلايا الجسم ، وذلك لأن جميع مركبات الصوديوم تكون سهلة الذوبان في الماء والنفاذ من أغشية الخلايا .

٤- يدخل في تركيب إفرازات العرق والدموع^(٣).

"أن حالة الشخص الرياضي أو الذي يقوم بممارسة أنشطة رياضية بعينها ينبغي أن يعي أنه نتيجة للنشاط المجهد والمتزايد الذي يبذله والذي يترتب عليه إفراز المزيد من العرق فهو عرضة للإصابة بنقص الصوديوم والأملاح في الدم خلال التدريبات أو أثناء المنافسة الرياضية نفسها لذا يحتاج الشخص الرياضي حقاً إلى متطلبات من الصوديوم خاصة ، بما أن الصوديوم يفقد في العرق فلا بد من تناول الكم الملائم من الصوديوم قبل ممارسة

(١) ناهد محمد أشيمي و منى عبد الفتاح الميناوي : أسس التغذية وتقييم الحالة الغذائية ، ط ١ ، دار البيان العربي، ١٩٨٨، ص ١٦١.

(٢) أبو العلا احمد عبد الفتاح : بيولوجيا الرياضة وصحة الرياضي ، القاهرة ، دار الفكر العربي، ٢٠٠٠، ص ٢٢.

(٣) محمد محمد الحماحمي : التغذية والصحة للحياة والرياضة ، ط ١ ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ١٩٨٥، ص ٢٠٣.

النشاط الرياضي الذي يتطلب بذل مجهوداً زائداً بل وأثناء وبعد ممارسة النشاط الرياضي أيضاً". (*)

٢-١-٦-٤ الكالسيوم (Ca^{++}) :

هو أحد العناصر الرئيسة الموجودة في الجسم وتقدر كميته بنحو ١.٥-٢% من وزن الجسم ، أن نحو ٩٩% من هذه الكمية موجودة في الجهاز العظمي والأسنان عدا النسبة الباقية وهي ١% فأنها توزع على أنسجة وخلايا وسوائل الجسم الأخرى أي أن نسبة بسيطة من الكالسيوم ليست في بلورات العظم ولكنها موجودة في خلايا الأنسجة الناعمة الرخوة المرتبطة بالبروتينات داخل الشبكة الساركوبلازمية وبيوت الطاقة وأعضاء أخرى^(١).

"يوجد الكالسيوم في البلازما بثلاثة أشكال مختلفة ، الأول يوجد نحو ٤٠% منه متحداً مع البروتينات في البلازما والشكل الثاني يوجد نحو ١٠% تقريباً متحداً مع مواد أخرى مثل السترات والفسفور والشكل الثالث يوجد نحو ٥٠% منه في البلازما متائناً"^(٢).

"إن أيونات الكالسيوم Ca^{2+} تؤدي أدواراً متعددة وخطرة داخل الخلية وخارجها ويُعد Ca^{2+} منظماً مهماً للعديد من الوظائف الخلوية من ضمنها عملية انقباض العضلات المتنوعة والمتعددة الإشكال وعملية إفراز الهرمونات والعملية الأيضية للكلايكوجين"^(٣).

"وبدخل Ca^{2+} بصورة واسعة في عمليات جزئية في الخلايا التي تغير في تركيزه داخل الخلية وينظم الفعاليات الإنزيمية التي ينتج عنها النقل العضلي والإفراز وانقسام الخلية أيضاً ، ويعد مساعداً لفعالية الهرمونات داخل الخلية ، وفي الجزء الخارجي للخلية يكون الكالسيوم مهماً في تخثر الدم والمحافظة على وظيفة الغشاء الطبيعية أيضاً ، لذلك فإن لهذا الأيون أهمية في الاحتفاظ بسرعة التهيج الطبيعية للقلب والعضلات والأعصاب وتكوين العظام وفي تنظيم المنعكس العصبي العضلي"^(٤) كما أن Ca^{2+} قد يكون ضرورياً في نقل الإشارة بين مستقبل الهرمون وتكوين الرسول الثاني فضلاً عن ذلك فإن عملية اقتران الحافز بالإفراز واقتران الحافز بالنقل تستلزم مساهمة أيونات الكالسيوم"^(٥).

٢-١-٦-٥ البوتاسيوم (K^{+}) :

(*) الشركة العربية للنشر الإلكتروني ، ٢٠٠١ ، ص ٣.

(١) عبد الله محمد ذنون : تغذية إنسان ، الموصل ، دار الحكمة للطباعة والنشر ، ١٩٩٢ ، ص ٣٤٢.

(٢) غايتون وهول : المصدر السابق ، ١٩٩٧ ، ص ١١٩.

(٣) سميرة خليل محمد : التربية الصحية للرياضيين ، مصر ، شركة ناس للطباعة ، ٢٠٠٦ ، ص ١١٩.

(4) Goodman, H.M.; and Gillman, W : "Basic Medical Endocrinology". Second edition Department of physiology,

University of Massachusetts, Medical School, Worcester, Massachusetts, Raven press 1994.

(٥) محمد حسن الحمود وآخرون : علم الغدد الصماء الهايبيوتلامس ، الغدة النخامية ، الهرمونات المنظمة للكالسيوم ، عمان ، الأهلية للنشر والتوزيع ، ٢٠٠٢ ، ص ٢٧٩.

البوتاسيوم عبارة عن كايون أحادي وله خواص كيميائية شبيهة بخواص الصوديوم ، ولكن خواصه الفسيولوجية داخل الجسم تختلف عن الصوديوم حيث أن البوتاسيوم يتركز داخل الخلايا إذ إن تركيز الصوديوم إلى البوتاسيوم داخل الخلايا ١ : ١٠ بينما في السوائل خارج الخلايا تكون النسبة ٢٨:١ معظم (٢٥٠) جم البوتاسيوم الموجود في الجسم يوجد داخل الخلايا ، كمية البوتاسيوم في الدم تعكس طبيعة الميتابوليزم للخلايا ، حيث يزيد تركيز البوتاسيوم في البلازما عند حدوث هدم لأنسجة الجسم ، كذلك حدوث زيادة حموضة في الجسم يؤدي زيادة تركيز البوتاسيوم في الخلايا نتيجة لتركيز الخلايا لمعادلة الحموضة (١).

وكذلك يؤكد (Hafen) أن البوتاسيوم يوجد بشكل رئيس في السائل داخل خلايا الجسم (٢).

أن وظائف البوتاسيوم في جسم الإنسان هي :

- ١- له تأثير فعال على نشاط العضلات خصوصاً عضلة القلب ،
 - ٢- له دوراً مهم في التوازن الحمضي ويسبب نقصه اضطرابات عصبية وقلبية .
 - ٣- يدعم بالاشتراك مع الصوديوم والكلور توزيع وتنظيم السوائل في الجسم .
 - ٤- يساعد العضلات على الانقباض والاسترخاء ويؤمن مرور النبضات العصبية في الجهاز العصبي .
 - ٥- يعد عنصراً مفيداً في تلافي السكتة الدماغية ، الاكتئاب ، حب الشباب ، التورم ، التعب ، والتعصب .
- البوتاسيوم فهو يقوم بنفس وظائف الصوديوم ولا يتطلب الأمر زيادة كميته للرياضي ويمكن فقط إضافة (٢٠٠ - ٤٠٠) ملليجرام مع الطعام (٣).
- وعادةً يستهلك الإنسان (٢٠٠ - ٤٠٠) ملليجرام من البوتاسيوم يومياً ويوجد البوتاسيوم في اللبن واللحوم والخضراوات والفواكه (٤).

٢-٢ الدراسات المشابهة :

(١) ناهد محمد الشيمي و منى عبد الفتاح الميناوي : المصدر السابق، ١٩٨٨، ص١٦٤.

(٢) Hafen, Brent : Nutrition , food ,and Waight control , Expanded , Aliyn and Bacon , Inc U.S.A,1981,47

(٣) خالد صلاح الدين : المصدر السابق ، ٢٠٠٨، ص٣٨.

(٤) ابو العلا احمد عبد الفتاح : المصدر السابق ، ٢٠٠٠، ص٢٢.

٢-١-٢ دراسة (حيدر بلاش جبر ، ٢٠٠٩) : (١)

عنوان الدراسة : تأثير أساليب للتدريبات الهوائية في تطور بعض المؤشرات الوظيفية والكيميائية والنشاط الكهربائي العضلي والإنجاز لدى راكضي المسافات المتوسطة الناشئين .

مشكلة البحث :

تركزت مشكلة البحث في الأساليب التدريبية المستخدمة في تطوير التدريبات الهوائية للاعبين المسافات المتوسطة للناشئين ، وذلك لعدم استخدام التقنية الحديثة وبالخصوص فيما يتعلق بقياس المتغيرات الفسيولوجية والكيميائية والنشاط الكهربائي للعضلة لركض المسافات المتوسطة للناشئين .

ويهدف البحث إلى :

١- التعرف على بعض المؤشرات الوظيفية والكيميائية والنشاط الكهربائي العضلي والإنجاز

للاعبين الناشئين من راكضي المسافات المتوسطة (١٥٠٠ م ، ٣٠٠٠ م) .

٢- أعداد مناهج تدريبية لتطوير متغيرات الدراسة لدى راكضي (١٥٠٠ م - ٣٠٠٠ م)

الناشئين بأسلوبي التدريب الفتري المنخفض الشدة والتدريب الفتري بالأسلوب الدائري

المنخفض الشدة .

٣- معرفة تأثير المنهجين التدريبين بالأسلوبين (التدريب الفتري منخفض الشدة والتدريب

الفتري بالأسلوب الدائري المنخفض الشدة) في متغيرات الدراسة لدى راكضي

(١٥٠٠ م - ٣٠٠٠ م)

٤- معرفة الفروق التأثير لكلا الأسلوبين التدريب الفتري المنخفض الشدة والتدريب الفتري

بالأسلوب الدائري المنخفض الشدة في متغيرات الدراسة لدى راكضي كلا الفعاليتين

(١٥٠٠ م - ٣٠٠٠ م) من الناشئين .

منهجية البحث وإجراءاته الميدانية :

استخدام الباحث المنهج التجريبي لملائمته وطبيعة البحث ، اما المجتمع وعينة البحث فقد بلغ

(٢٠) لاعباً من راكضي المسافات المتوسطة (١٥٠٠ م ، ٣٠٠٠ م) لفئة الناشئين وللموسم

(٢٠٠٧-٢٠٠٨) لمنتديات الشباب في محافظة الديوانية وقد تم تقسيمهم الى مجموعتين بواقع

(١٠) لاعبين لكل مجموعة حسب التخصص في الانجاز وقد تم إجراء اختبار لركض

(١٥٠٠ م - ٣٠٠٠ م) لكل عينة من اجل فرز التخصص حسب الانجاز ، ثم بدأت كل مجموعة

(١) حيدر بلاش جبر: تأثير أساليب للتدريبات الهوائية في تطور بعض المؤشرات الوظيفية والكيميائية والنشاط الكهربائي العضلي والإنجاز لدى راكضي المسافات المتوسطة للناشئين ، أطروحة دكتوراه ، جامعة بابل ، كلية التربية الرياضية ، ٢٠٠٩ .

بأخذ أسلوب تدريبياً يختلف عن المجموعة الثانية و ثم بعد انتهاء فترة التدريب تم تغيير الأسلوب بين المجموعتين .

أهم الاستنتاجات هي :

- ١- ظهرت تأثيرات لطريقة التدريب الفتري المنخفض الشدة في كل من المتغيرات المبحوثة التالية عند تدريب فعاليتي (١٥٠٠م ، ٣٠٠٠م) :
- أ- القلب (LVEDD, LVESD, AO, IVDD, IVSD, LVPWD, Sv, SV/SA, LVESV, LA)
- ب- الرئة (VC, FVE1, PEF, ERV, FVC, TV, MVV) .
- ج- النشاط الكهربائي العضلي (LAT, DUR, AMP, DURAMP, VAL)
- د- الدم قبل الجهد وبعده (WBCS, HB, كلور ، صوديوم ، بوتاسيوم ، كالسيوم)
- هـ- (النض ، ضغط عالي، ضغط واطئ،) قبل الجهد و (الضغط العالي ، الضغط الواطئ، ونسبة الأوكسجين بالجسم) بعد الجهد والانجاز .

وأما أهم التوصيات فهي :

- ١- من الأهمية بإمكان الاهتمام بتدريب الناشئين على وفق وسائل تدريبية علمية تأخذ بنظر الاعتبار الطرائق التدريبية المناسبة لهم .
- ٢- لا بأس من استخدام طريقتي (الفتري المنخفض الشدة الدائري بأسلوب الفتري المنخفض الشدة) في تطوير وتحسين القدرات البدنية والفسولوجية والكيميائية والنشاط الكهربائي للعضلات لدى متسابقين فعاليتي (١٥٠٠م ، ٣٠٠٠م) .

٢-٢-٢ مناقشة الدراسة المشابهة :

من خلال اطلاع الباحث على الدراسة المشابهة وتحليل ما تناولته من مواضيع تمكن الباحث من الاستفادة منها والتوصل إلى أوجه التشابه والاختلاف فيما بينها.

١- اتفقت الدراسة المشابهة والدراسة الحالية على استخدام المنهج التجريبي لملائمة لمثل هذا النوع من الدراسة.

٢- استخدمت الدراستان مجموعتين تجريبيتين وتراوحت عينة الدراستين ما بين (١٠ - ٢٠) لاعب .

٣- استخدمت الدراسة المشابهة عينة من ناشئين راكضين المسافات المتوسطة والدراسة الحالية عينة من الشباب بلعبة الجودو .

٤- اتفقت الدراستان على مدى تأثير الأساليب التدريبية المختلفة على بعض القدرات البدنية والمتغيرات الفسيولوجية والبايوكيميائية .

٥- استخدمت الدراستان السابقة والحالية الاستبيان والمقابلة والملاحظة كأدوات لبحوثها.

٦- استخدمت الدراستان الإحصاء الالاعلمي في تحليل بياناته .

٧- إن ما يميز الدراسة الحالية هو أنها قد ركزت بشكل مباشر على تدريبات القدرات الخاصة بلعبة الجودو وبعض المتغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية .