

## الفصل الثانى القراءات النظرية والدراسات السابقة

### أولاً : القراءات النظرية:

- تدريب المرتفعات وأهميته.
- أهمية تدريبات الهيبوكسيك وتأثيراتها .
- المتطلبات الوظيفية المؤثرة على مستوى الأداء البدني والحركي للاعبى كرة القدم .
- الاستجابات الفسيولوجية المرتبطة بالحمل التدريبى "البدنى" للاعبى كرة القدم .
- الاستجابات الفسيولوجية لتدريبات التحكم فى التنفس للاعبى كرة القدم .
- التكيفات فى الخلايا العضلية التى تحسن استهلاك الأوكسجين .
- العتبة الفارقة اللاهوائية اللاكتيكية وعلاقتها بالتنفس للاعبى كرة القدم .
- استخدام استجابات التنفس كمعيار لتحديد العتبة الفارقة اللاكتيكية.
- تأثير التدريب بمحاكاة المرتفعات على نظم إنتاج الطاقة وعلاقته بالحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين للاعبى كرة القدم .

### ثانياً : الدراسات السابقة:

- الدراسات العربية .
- الدراسات الأجنبية .

## الفصل الثاني القراءات النظرية والدراسات السابقة

### أولاً : القراءات النظرية: \* مقدمة:

من المعروف أن الكرة الأرضية محاطة بطبقة من الهواء الجوى ، وهذه الطبقة تقع تحت تأثير الجاذبية الأرضية ، ولذلك يزداد ضغط الهواء الجوى كلما اقتربنا من سطح الأرض ، بينما على العكس من ذلك يقل كلما ارتفعنا عن سطح البحر ، وعلى سبيل المثال فان ضغط الهواء ينخفض على ارتفاع ٥٥٠٠ متر إلى حوالي ٥٠% من مستواه عند مستوى سطح الأرض ، وهنا فان نسبة الأكسجين في الهواء الجوى لا تتغير باختلاف الارتفاع عن سطح البحر حيث تبلغ دائما وفي كل الحالات ٢٠,٩٣% من حجم الهواء الجوى ، وتنخفض درجة حرارة الهواء بمقدار ٦ درجات كل ١٠٠٠ متر ارتفاع عن سطح البحر ، وتقل الجاذبية الأرضية كلما ارتفعنا عن سطح البحر . (٩ : ٢٦٦)

ويذكر بيكت ، واكر **Beckett & Walker** (١٩٩٧) أن الهواء الجوى الجاف يتكون من حوالي ٧٨% من حجمه نيتروجين ، و ٢١% أكسجين ، و ١% غازات أخرى منها ٠,٠٣% ثاني أكسيد الكربون وتظل هذه النسبة ثابتة في الظروف العادية بسبب التوازن بين عمليتي البناء الضوئي والتنفس في عالم النبات والحيوان. (٥٠ : ٩٢)

ويشير بارجلاند **Barglund** (١٩٩٢) أنه من خلال مراجعة الدراسات المرتبطة فإنها تفرق بين الارتفاعات المتوسطة والعليا حيث تم تعريف المتوسطة ما بين (١٨٢٩ - ٣٠٤٨ متر) أي بمتوسط (٢٠٠٠) متر والعليا ما فوق ٣٠٤٨ متر بمتوسط (٢٤٠٠) متر. (٤٩ : ٢٥١)

### \* تدريب المرتفعات وأهميته :

و يذكر بهاء الدين سلامة (١٩٩٧) أن المرتفعات المنخفضة لا تؤثر على الكفاءة البدنية ولكنها تتأثر سلبيا في المرتفعات المتوسطة والعالية ، وذلك بسبب انخفاض الضغط الجوى مع انخفاض ضغط الأكسجين مما يؤدي إلى قلة كميته في الدم ، ويصاحب ذلك نقص كمية الأكسجين في الدم وزيادة سرعة التنفس وضربات القلب ومن ثم يصاحب ذلك هبوط في نشاط الأعضاء الحسية .

ويؤدي التكيف على الحياة في المرتفعات إلى زيادة عدد الكرات الحمراء في الدم من ٥-٦ ملايين لتصل إلى ٧-٨ ملايين في المليتر المكعب من الدم لتصبح قادرة على حمل الأكسجين أي تزيد سعة الدم الأكسوجينية من ١٩-٢٠% إلى ٢٢-٢٥% . (١٨ : ٧٥)

ويشير أبو العلا عبد الفتاح ، وإبراهيم شعلان (١٩٩٤) أن انخفاض ضغط الأكسجين يعتبر هو العامل الرئيسي المؤثر على الاستجابات الفسيولوجية للإنسان ، وبناءا على ذلك فان تركيز الهيموجلوبين يزيد في الدم بعد أول يومين من التواجد في المرتفعات لتعويض انخفاض ضغط الأكسجين ، ويعود الدفع القلبي ومعدل القلب في الراحة إلى مستواهما بعد عدة أيام ، وتزيد لزوجة الدم مما يصعب من عمل القلب وتقل البلازما بنسبة ١٤% ، بينما يزيد تركيز الهيموجلوبين بنسبة ٢٠% ، وعادة يقل وزن الجسم خلال أول أسبوعين في المرتفعات ، ويرجع ذلك إلى نقص التغذية وبالتالي قلة السعرات الحرارية الواردة للجسم ، كما أن جزءا من الماء يفقد مع بخار الزفير ولا يتناول الفرد مقداراً من الماء لتعويض الماء المفقود ، وبذلك يفقد الجسم ٣ - ٤ كيلو جرام خلال ١٢ يوما . (٩ : ٢٦٦)

ويضيف ماك أردل وآخرون **Mc Ardle ,.. et al (١٩٩٦)** ، ولسكى وآخرون **Wolski ,.. et al (١٩٩٦)** أن كثافة الهواء تقل بشكل تدريجي ( تصاعدي ) كلما صعد الإنسان فوق مستوى سطح البحر. فعلى سبيل المثال فإن الضغط البارومتري ٧٦٠ ملم/ زئبقي في مستوى سطح البحر بينما على ارتفاع ٣٠٤٨ متر يكون ٥١٠ ملم/ زئبقي هذا على الرغم من أن الهواء في مستوى سطح البحر يحتوي على ٢٠,٩٣% أكسجين  $O_2$  والضغط الجزئي للأكسجين  $PO_2$  يقل بشكل مباشر بالتناسب مع انخفاض الضغط البارومتري عند الصعود إلى ارتفاعات أعلى وهكذا فإن معدلات ضغط الأكسجين المحيطة حوالى ١٥٠ ملم/ زئبقي في مستوى سطح البحر ولكن في ارتفاع ٣٠٤٨ متر تعادل ١٠٧ ملم / زئبقي فقط ، ونتيجة لذلك يحدث تغير فسيولوجي فوري للمرتفعات وهو نقص الأكسجين في الدم الشرياني Hypoxia . (٦٤ : ٤٨٣) ، (٧٩ : ٢٥١)

ويشير محمد عثمان (٢٠٠٠) نقلا عن العديد من العلماء أن هناك بعض التغيرات الفيزيائية الموجودة في المرتفعات وتتنحصر في الآتي:

- ١- تغيرات في مستوى الجاذبية الأرضية.
- ٢- تغيرات في ضغط الهواء والضغط الجزئي للأكسجين.
- ٣- تغيرات في مستوى كثافة ومقاومة الهواء.
- ٤- تغيرات في ضغط بخار الماء.
- ٥- تغيرات في موجه الحرارة.
- ٦- تغيرات في مستوى الأشعة فوق البنفسجية.

حيث أن هذه التغيرات تتأثر جميعها سلبيا (بالنقص) في الأماكن المرتفعة عن سطح البحر فيما عدا درجة الأشعة فوق البنفسجية فهي المتغير الوحيد الذي يتأثر بالزيادة (٣٤ : ١٢٤)

ويذكر ولسكى ، ماك كنزي ، وينجر **Wolski , Mc Kenzie & Wenger (١٩٩٦)** أن تدريب المرتفعات يعطي تغيرات فسيولوجية مشابهة لتلك التي تحدث أثناء تدريبات التحمل ، و نتيجة لذلك تم دمجها في أنظمة التدريب لصفوة الرياضيين في محاولة لتحسين الأداء في مستوى سطح البحر . (٢٥١ : ٧٩)

ويذكر جاندرسين ، تشايمان و ليفن **Gundersen, Chapman & Levine (٢٠٠١)** أن أربعة أسابيع من التكيف في الارتفاع المعتدل مصحوبا بتدريب ذو كثافة عالية في ارتفاع منخفض يزيد أداء التحمل حتى في صفوة العدائين. (٥٩ : ١١١٣)

ويذكر اموند بورك **Burke (٢٠٠٢)** أن استخدام تدريب المرتفعات لزيادة أداء تحمل في مستوى سطح البحر أصبح يمارس على نطاق واسع من قبل الرياضيين والمدربين وأن هناك العديد من الدراسات التي أجريت خلال العقد الماضي ، والتي تم التحكم فيها بعناية أظهرت أن تدريب المرتفعات يحسن أداء التحمل في مستوى سطح البحر. (٥٤ : ١)

ويضيف رادزيفسكى **Radzievskii (١٩٩٧)** أن فحوصات الرياضيين ذوى الكفاءة العالية أثناء التكيف على نقص الأكسجين تحت ظروف جبلية ذات ضغط منخفض وتحت ضغوط طبيعية أثناء تدريب يتخلله نقص أكسجين تم وضعه خلال الإعدادات الرياضية التي تم تخطيطها للرياضيين أشارت إلى تغيرات في التنفس ، سريان الدم ، استهلاك الأنسجة للأكسجين ، والإنتاجية الهوائية حيث أظهر استخدام هذا النظام المركب أنه ذو فوائد في زيادة الإنتاجية الهوائية والقدرة العامة حيث تم تطبيق هذا في الطب الرياضي أثناء تدريب الرياضيين وإعدادهم للبطولات والمنافسات الهامة . (٧٠ : ٤١)

هذا ويذكر محمد عثمان (٢٠٠٠) نقلا عن العديد من العلماء أن هناك بعض التغيرات البيوفسيولوجية المرتبطة بالإقامة والتدريب في المرتفعات ، وتتلخص في النقاط الآتية:

- ١- زيادة معدل التنفس في الدقيقة.
- ٢- زيادة في كمية الدم المدفوع في الدقيقة.
- ٣- زيادة عدد كرات الدم الحمراء.
- ٤- زيادة كمية الهيموجلوبين.
- ٥- زيادة سمك وكثرة التعرجات في الشعيرات الدموية.
- ٦- زيادة درجة اللزوجة في الدم.
- ٧- زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.
- ٨- زيادة في عدد الميتوكوندريا (بيوت الطاقة).
- ٩- تكيف الجهاز العضلي.
- ١٠- تغيرات في نشاط أنزيمات الأنسجة مما يؤدي إلى تحسين واضح في مستوى القدرة الهوائية.
- ١١- زيادة كفاءة الإمداد بالدم وبالتالي الأكسجين من خلال إطالة زمن الاتصال وتقليل مساحة الانتشار عن طريق الانخفاض الحادث في وزن الجسم وبالتالي في حجم الجهاز العضلي.
- ١٢- تغيرات في حجم مخزون الأكسجين داخل الخلية نتيجة عمليات التأقلم والتكيف.
- ١٣- زيادة نشاط مختلف العمليات الخاصة بالطاقة .
- ١٤- نقص في البيكربونات نتيجة لزيادة معدل التنفس. (٣٤ : ١٣١ - ١٣٣)

ويوضح بورك **Burke** (٢٠٠٢) أنه أصبحت هناك بعض الأماكن ذات الصيت مثل بولدر ، وكولورادو في الولايات المتحدة الأمريكية حيث تستغل كمواقع سكن وتدريب للرياضيين للاستفادة من بيئة ومناخ هذه المناطق حيث نقص الأكسجين . (٥٤ : ٢)

#### \* أهمية تدريبات الهيبوكسيك و تأثيراتها :

يحدد أمر الله البساطي (١٩٩٧) مميزات استخدام تدريبات الهيبوكسيك حيث تزداد قدرة اللاعب لتحمل الدين الاكسجيني نتيجة صمود أعضاؤه الداخلية لنقص الأكسجين و ظهور الاستجابات الفسيولوجية لحدوث التكيف و هي :

- تحسين كفاءة الجهاز الدوري التنفسي .
- زيادة الاقتصاد في استخدام جلوكوز العضلات و المخزون فيه و تأخر ظهور التعب بتقليل تجمع حامض اللاكتيك و زيادة معدل التخلص منه .
- زيادة كفاءة المخ بزيادة تدفق الدم للأوعية الدموية لتعويض انخفاض الضغط الجزئي للأكسجين في الدم .
- زيادة قدرة الهيموجلوبين للاتحاد بالأكسجين .
- زيادة عمل الإنزيمات داخل العضلات و من ثم زيادة إنتاج ATP أثناء العمل الهوائي و اللاهوائي من خلال زيادة عدد الميتاكوندريا داخل الألياف العضلية .
- سرعة استعادة الشفاء خفض معدل النبض و وقت الراحة و أثناء المجهود . (١٣ : ١١٩ - ١٢٠)

ويذكر هليمانز **Hellemans** (١٩٩٩) أن تدريب الهيبوكسيك المتقطع يفيد في تحسين تنظيم الهرمونات العصبية والمناعة ، ومن الجدير بالذكر أن لاعبي الكرة الطائرة أظهروا تحسناً كبيراً في الوثب العمودي **Vertical Jump** بعد تدريب IHT وكذلك زيادة مقاومة الأحمال التدريبية البدنية التي تتميز بالشدة العالية. (٦٠ : ١)

ويضيف رودريجز وآخرون **Rodriguez et al** (٢٠٠٠) أن التعرض لتدريبات الهيبوكسيك بشكل متقطع IHT من (١,٥ - ٢) ساعة كافي لتحفيز إطلاق الإريثروبيوتين EPO وزيادة خلايا الدم الحمراء RBC. (٧١ : ١٧٠)

كما يشير ياسر نور الدين (١٩٩٣) أنه عند استخدام تدريبات الهيبوكسيك يهبط مستوى الأكسجين في الدم الشرياني وبالتالي لا تأخذ العضلة احتياجاتها من الأكسجين فيحدث عدد من التغيرات التي تجعل الجسم يتلاءم مع الظروف الجديدة والتي تتمثل في :

- زيادة في حجم هواء التنفس في الدقيقة.
- زيادة في سرعة التنفس.
- زيادة في عمق التنفس. (٤٤ : ٣١)

ويلخص الباحث نتائج الدراسات التي أجريت لمعرفة تأثير تدريبات الهيبوكسيك على الاستجابات الفسيولوجية في الآتي:

- تدريبات الهيبوكسيك لها أثر إيجابي من ناحية زيادة كفاءة خلايا الجسم على استخلاص المزيد من الأكسجين لكل وحدة من حجم التهوية الرئوية .
- أثناء التدريب باستخدام أسلوب الهيبوكسيك يزداد الدين الأكسجيني ويرتفع مستوى حامض اللاكتيك وذلك عند المقارنة بالتدريب باستخدام أسلوب التنفس الطبيعي .
- تدريب الهيبوكسيك ينتج عنه زيادة التحسن في مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين  $VO_{2max}$  في الدقيقة للمجموعة التي تستخدم تدريبات الهيبوكسيك بالمقارنة بالنسبة للمجموعة التي يتم تدريبها بأسلوب التنفس الطبيعي بالإضافة إلى أنه يؤدي إلى زيادة عدد كرات الدم الحمراء ومقدار الهيموجلوبين الأمر الذي يكون له أثره في ارتفاع نسبة التقدم عند اللاعب .
- استخدام تدريبات الهيبوكسيك يؤدي إلى ادخار الوقت الكلي المستغرق في التدريب بنسبة ٢٥% بينما الوقت المستغرق عند تنفيذ التدريب التقليدي للوصول إلى مستوى جيد للأداء الرياضي يكون طويلاً نسبياً .

ويضيف محمد عثمان (٢٠٠٠) انه يمكن حصر أعراض الهيبوكسيك في الآتي :

- ١- الصداع كرد فعل لنقص الأكسجين .
- ٢- انقباض في الأوعية الدموية .
- ٣- اتساع في الأوعية الخاصة بشرابيين الدماغ .
- ٤- ضعف عام .
- ٥- ضيق واضح في التنفس .
- ٦- الشعور بالتقيؤ. (٣٤ : ١٤٨)

### \* المتطلبات الوظيفية المؤثرة على مستوى الأداء البدني والحركي للاعب كرة القدم :

تعتمد طبيعة الأداء في كرة القدم على درجة كفاءة اللاعب لأداء المهارات الأساسية في كرة القدم وتوظيف تلك المهارات خططيا ، والتي تشمل التمرير والتصويب والجرى بالكرة وغيرها ، وهذا ما بين العدو السريع بأقصى سرعة ممكنة إلى التوقف السريع والمشى ، وترجع عمليات التغيير المختلفة في الأداء الى طبيعة سير المباراة .

ويوضح أبو العلا عبد الفتاح ، إبراهيم شعلان (١٩٩٤) أنه نظرا لزيادة مساحة الملعب في كرة القدم فإن هذا يضع على اللاعب متطلبات بدنية – وظيفية عالية تملى عليه تغطية الملعب بسرعة عندما يحتاج موقف اللعب منه ذلك ، سواء كانت هذه المواقف هجومية أم دفاعية .

كما أن زمن المباراة الذي يبلغ ٩٠ دقيقة يتحرك خلالها اللاعب باستخدام العدو والجرى تارة والمشى تارة اخرى ، يؤدي إلى تنوع نظم إنتاج الطاقة بالجسم ما بين الطاقة اللاهوائية عند أداء الحركات السريعة القوية ، والطاقة الهوائية عند أداء الأنشطة المستمرة لفترة طويلة ، وهذا يلقي عبئا فسيولوجيا على الجهاز العضلي والجهازين الدوري والتنفسي ، وقدرة الجسم على استهلاك الأوكسجين ، وسرعة عمليات الاستشفاء التي تتم خلال فترات انخفاض معدل اللعب أثناء المباراة نفسها ، ولذلك فإن طبيعة الأداء المهاري في كرة القدم هي التي حددت المتطلبات الفسيولوجية واختلافها تبعا لاختلاف معدل اللعب خلال المباريات المختلفة والتي يجب أن تكون أساسا لتدريب لاعبي كرة القدم . ( ٩ : ٢٣ ، ٢٤ )

ومن خلال العرض السابق يتضح لنا أن لاعب كرة القدم يتأثر بدرجة كبيرة بمستوى العتبة الفارقة اللاهوائية Anaerobic Threshold والتي يرتبط ظهورها بنسبة حامض اللاكتيك عند مستوى ٤ملى مول ، وأن أهم العوامل المؤثرة فيها هي :

- الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين  $VO_{2max}$  .
- نسبة الاستهلاك من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين  $VO_{2max}$  % .
- اقتصادية الحركة .

ومن خلال قراءات الباحث فإن الارتقاء بمستوى اى من هذه العوامل يؤدي الى ارتفاع مناظر في العتبة الفارقة اللاهوائية .

وهذا يتفق مع ما ذكره أبو العلا عبد الفتاح ، إبراهيم شعلان (١٩٩٤) أن تنمية الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين لها أهمية كبرى للاعب كرة القدم ليس لكونها في حد ذاتها هامة للقدره الهوائية ، ولكن أيضا لتأثيرها المباشر وعلاقتها بالعتبة الفارقة اللاهوائية التي تكون هي العامل الرئيسي الذي يعتمد عليه اللاعب خلال مدة المباراة . ( ٩ : ٢٢١ )

## \* الاستجابات الفسيولوجية المرتبطة بأداء الحمل البدني للاعب كرة القدم :

### - معدل نبض القلب :

يذكر محمد حسن علاوى ، أبو العلا عبد الفتاح (٢٠٠٠) ، وبهاء سلامة (١٩٩٤) أن معدل نبض القلب يعكس مقدار العمل الذي يجب أن يعمل به ليقابل المتطلبات المتزايدة للجسم أثناء بذل الجهد البدني ، حيث ينتج عن توالي عمليات الانقباض والانبساط لعضلة القلب ، ويبلغ معدل نبض القلب لدى الطفل المولود حديثاً حوالي ١٢٠ نبضة / الدقيقة. (٣٣: ٢٢٦ ، ٢٢٧) ، (١٩: ٢٦٠)

ويشير أبو العلا عبد الفتاح (١٩٩٤) إلى أن قياس معدل نبض القلب من أبسط القياسات الفسيولوجية المستخدمة للمدرب ولللاعب على السواء ، فيستخدم للتعرف على مدى ملائمة الحمل البدني لمستوى الحالة التدريبية ، وكذلك تحديد فترات الراحة البيئية اللازمة للاستشفاء ، إلى جانب تقنين فترات الراحة خلال التدريب ، وأيضاً تحديد شدة الحمل الملائمة ، حيث يرتبط معدل نبض القلب بمستويات التدريب الهوائية بصفة أساسية مثل الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين و العتبة الفارقة اللاهوائية . (٨ : ٩٠ - ٩٣)

### - معدل نبض القلب في الراحة :

يذكر حسام الدين فاروق (٢٠٠٢) أن متوسط معدل نبض القلب في الراحة يبلغ من ٦٠ - ٨٠ نبضة / الدقيقة في العمر المتوسط للرجل البالغ السليم ، ويزداد هذا المعدل لدى بعض الأفراد محبي الراحة ، الجلوس ، وقليلي الحركة ، حيث يصل إلى حوالي ١٠٠ نبضة / الدقيقة ، وعند الرياضيين المميزين من لاعبي التحمل على المستوى العالمي يصل معدل نبض القلب لديهم إلى ٣٥ - ٥٠ ن / ق ، وبصفة عامة ينخفض معدل نبض القلب في الراحة مع تقدم الحالة التدريبية. (٢١: ٢٣)

### معدل نبض القلب أثناء التدريب :

يتفق بهاء سلامة (٢٠٠٠) ، ومحمد حسن علاوى ، أبو العلا عبد الفتاح (٢٠٠٠) على انه عند البدء في التدريب يزداد معدل نبض القلب مباشرة ، وترتبط نسبة الزيادة بشدة التدريب ، ويستدل على شدة التدريب بنسبة استهلاك الأوكسجين ، أي أن معدل نبض القلب يتناسب طردياً مع الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ، ويستخدم معدل نبض القلب أثناء العمل على الارجوميتر للمقارنة بين الأفراد في مدى قدرتهم على العمل مع زيادة الشدة للتعرف على معدل القلب الأقصى (١٥ : ٥٣) (٣٣: ٢٢٧) .

ويتأثر معدل نبض القلب أثناء أداء الأحمال البدنية بعدة عوامل خارجية ، وهى العمر ، الجنس ، اللياقة البدنية ، الحالة المرضية ، النوم ، التدخين ، تناول المنبهات ، ودرجة حرارة البيئة الخارجية. (٢١: ٢٣ ، ٢٤)

### كرات الدم الحمراء و الهيموجلوبين :

يذكر بهاء سلامة (٢٠٠٠) أن كرات الدم الحمراء مستديرة الشكل ، مقعرة السطحين وبدون نواة ، ولذلك فهي لا تتكاثر ، وتتكون هذه الكرات أثناء مرحلة الجنين في الطحال ، الكبد ، و العقد اللمفية ، أما بعد الولادة فتتكون في نخاع العظام المقطحة بالجمجمة ، العمود الفقري ، عظم القص ، والضلوع .

وتتركب كرات الدم الحمراء من الهيموجلوبين ، والماء الذي يبلغ نسبته ٦% ، مع بعض الأملاح المعدنية وأهمها ايون البوتاسيوم، وبعض الإنزيمات وأهمها انهيدريز الكربونيك ، ويقدر عمر كرات الدم الحمراء في الإنسان ١٢٠ يوماً بعدها تتهدم ويتم امتصاصها عن طريق خلايا الكبد ، والطحال ، ونخاع العظام ، ويبلغ عدد كرات الدم الحمراء عند الرجال من ٥ - ٦ مليون خلية في كل ملليمتر مكعب من الدم ، وترجع الزيادة في نسبة كرات الدم الحمراء عند الرجال إلى وجود الهرمون الذكري التيستوستيرون ، Testosterone ، والذي يساعد على امتصاص الحديد ، والذي يدخل في تركيب الهيموجلوبين ، بينما يعد وجود الدورة الشهرية عند النساء من العوامل الأساسية لانخفاض نسبة كرات الدم الحمراء . (١٦: ١٦٢)

ويشير حسام فاروق (٢٠٠٢) نقلاً عن سكوت وآخرون Scott, K. et al ، وكاظم جابر إلى تعريف الهيموجلوبين بأنه " اتحاد كل من الحديد و البروتين لنقل الأكسجين " ، ويبلغ متوسط كمية الهيموجلوبين عند الرجال من ١٤٠- ١٨٠ جراماً لكل لتر من الدم ، وهذه الزيادة في نسبة الهيموجلوبين عند الرجال ترجع إلى زيادة كمية الدم عن النساء ، وذلك ما يفسر تفوق الرجال في أنشطة التحمل الهوائي على النساء ، بالإضافة إلى أن ٩٩% من الأكسجين المحمول بالدم ينقل عن طريق الهيموجلوبين ، ويطلق على حمل الهيموجلوبين للأكسجين أكسيهيموجلوبين Oxyhemoglobin . (٢١: ٢٦)

ويذكر محمد كامل مصطفى (١٩٩٧) أن الهيموجلوبين يوجد فيه حديد من ٣ - ٥ جرام ، والهيموجلوبين هو المادة خضاب الدم الأحمر والتي تكسب الدم هذا اللون ، وتقوم هذه المادة بحمل الأكسجين إلى خلايا الجسم المختلفة ثم حمل ثاني أكسيد الكربون الناتج عن التمثيل الغذائي من الخلايا إلى الرئتين حيث يطرد عن طريق هواء الزفير . (٣٨ : ٣٦)

### اعراض وعلامات انخفاض نسبة الهيموجلوبين في الدم:

و يذكر حسن فكري منصور (٢٠٠٠) ان اعراض وعلامات انخفاض نسبة الهيموجلوبين في الدم هي سرعة التعب ، الإحساس بالإجهاد ، ضعف عام بالعضلات ، شحوب الوجه والصداع ، دوار مع الشعور بعدم الثبات ، طنين الأذنين ، فقد الشهية للطعام ، النهجان ، زيادة سرعة التنفس وانخفاض سعة النفس الواحد ، وطبعاً ليس من الضروري أن يشكو اللاعب من كل هذه الأعراض السابقة ، وإنما في حالات كثيرة تنحصر الشكوى بعرض واحد أو أكثر وذلك حسب شدة فقر الدم لديه ، وإذا أستمتر نقض الهيموجلوبين لفترة طويلة تظهر تغيرات في الفم واللسان والأظافر ، فالغشاء المخاطي للسان يصبح شاحباً ناعماً وبراقاً وبه بقع والتهابات ، أما الأظافر فتبدو مسطحة أو مقعرة كالمعلقة وتعرف باسم تقعر الأظافر ، ويضيف أن الشاي يقلل من سرعة امتصاص الحديد الموجود في أطعمة الوجبة نتيجة لإحتوائه على حامض التانيك Tannic Acid لذلك ينصح الأطباء بعدم تناول الشاي والقهوة بعد الطعام مباشرة حتى لا يؤدي ذلك إلى عدم امتصاص الحديد أو الاستفادة منه ، وذلك لأن هذه المشروبات ترسب الحديد على جدران الأمعاء وبذلك تقلل امتصاصه . (٢٢ : ٣٠)

### - العوامل التي تؤثر على إنتاج كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين بالجسم :

- ١- سلامة نخاع العظام الطويلة .
- ٢- الغذاء ودوره الاساسى في إمداد الجسم بمكونات كرات الدم الحمراء من :
  - \* الأملاح المعدنية وأهمها الحديد ، والذي يكون الهيموجلوبين .
  - \* الفيتامينات وأهمها فيتامين B ١٢ ، والذي يوجد بحمض الفوليك Folic Acid .
- ٣- الهرمونات ، والتي تساعد على إتمام عمليات التمثيل الغذائي فينبه نخاع العظام مثل هرمون الغدة الدرقية وهرمون الكورتيزول . (٢١: ٢٧)

### - وظائف كرات الدم الحمراء و الهيموجلوبين بالجسم :

- ١- حمل الأكسجين المتحد مع الهيموجلوبين (أكسيهيموجلوبين Oxyhemoglobin) من الرئة إلى الأنسجة العضلية .
- ٢- حمل ثاني أكسيد الكربون من الأنسجة العضلية وطرده عن طريق الرئة .
- ٣- المحافظة على تعادل درجة الأس الهيدروجيني (PH) بالدم . (٢١ : ٢٧)

### - استجابة كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين للأحمال البدنية :

يذكر محمد حسن علاوى ، أبو العلا عبد الفتاح (٢٠٠٠) أن هناك ثلاثة أنواع من الاستجابات لكرات الدم الحمراء و الهيموجلوبين عند استخدام الأحمال البدنية ، وهى :

#### ١- النوع الأول :

يحدث زيادة في عدد كرات الدم الحمراء ، مع عدم التغير في نسبة الهيموجلوبين داخل كرات الدم الحمراء عند استخدام الأنشطة العضلية ، وتتطلب هذه الاستجابات عدة ساعات حتى تعود إلى المستوى الطبيعي الذي كانت عليه قبل تنفيذ الحمل البدني ، وتلاحظ هذه الاستجابات بعد الأداء البدني ذو الشدة العالية وفترة الدوام القصيرة .

#### ٢- النوع الثاني :

في هذا النوع من الأحمال البدنية تقل كرات الدم الحمراء بدرجة بسيطة مع انخفاض تركيز نسبة الهيموجلوبين ، وتعود هذه الاستجابات إلى حالتها الطبيعية بعد يومين من أداء الحمل البدني ، ذو الشدة العالية وفترة الدوام الطويلة .

#### ٣- النوع الثالث :

تظهر الاستجابات في النوع الثالث من الأحمال البدنية في هبوط وظائف أعضاء تكوين الدم ، مما يؤدي إلى تقليل عدد كرات الدم الحمراء بدرجة كبيرة مع تقليل نسبة تركيز الهيموجلوبين ، وتتميز الأحمال البدنية في هذا النوع بالشدة العالية مع فترة الدوام الطويلة جدا ، وتستمر فترة الاستشفاء والعودة للحالة الطبيعية إلى ٦ أيام متواصلة . (٣٣ : ١٧٦ ، ١٧٧)

### - كرات الدم الحمراء و الهيموجلوبين و الأحمال البدنية :

يذكر محمد على القط (٢٠٠٢) أن الرياضيين المدربين جيدا يتوفر لديهم زيادة في كرات الدم الحمراء و الهيموجلوبين عن غير الرياضيين . وتظهر أهمية زيادة عدد كرات الدم الحمراء في زيادة نسبة الهيموجلوبين بها والذي لديه القدرة على الاتحاد مع الأكسجين مكونا أكسيهيموجلوبين Oxyhemoglobin ، فتزيد نسبة الأكسجين الواصلة للأنسجة العضلية ليساعد ذلك على تنمية قدرات التحمل الهوائي ، بالإضافة إلى التقليل من نسبة تراكم حمض اللاكتيك والاعتماد على التمثيل اللاهوائي ، وفى المقابل فإن انخفاض نسبة الهيموجلوبين سوف يصاحبه انخفاض في توصيل الأكسجين إلى الأنسجة العضلية ، مما يؤثر سلبيا على قدرات التحمل ، ومن أفضل الوسائل لزيادة عدد كرات الدم الحمراء ، والهيموجلوبين تدريب المرتفعات ، وذلك لنقص الضغط الجزئي للأكسجين ، فتزيد الإثارة نحو زيادة عدد كرات الدم الحمراء ونسبة الهيموجلوبين لتعويض نقص الأكسجين في طبقات الجو العليا ، مما يؤثر على تحسين مستوى الإنجاز للرياضيين.

ويساهم تدريب المسافات المتوسطة مع الشدة العالية والمتوسطة و فترات الراحة القصيرة مع الاستمرار في التدريب من ٦ - ٨ أسابيع إلى زيادة عدد كرات الدم الحمراء ونسبة الهيموجلوبين . (٣٥ : ٤٣ - ٤٥)

ويشير حسام فاروق (٢٠٠٢) نقلا عن ريسان خريبط إلى أن الرياضيين الممارسين لرياضات التحمل كالمسافات الطويلة تزيد لديهم عدد كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين عن الرياضيين الذين يمارسون أنواعا أخرى من الأنشطة الرياضية ، وتتراوح نسبة هذه الزيادة من ١٥ - ٢٠ % من حجم كرات الدم الحمراء بالدم ، فيسهل نقل الأكسجين إلى أنسجة العضلات العاملة عند أداء الأحمال البدنية الهوائية عالية الشدة . (٢١ : ٢٩)

ويرى الباحث أن زيادة عدد كرات الدم الحمراء ، ونسبة الهيموجلوبين في الدم تلعب دورا أساسيا في زيادة مستوى الإنجاز لدى الرياضيين ، وذلك بزيادة السعة الأكسجينية للدم ، ومن ثم تأخير التمثيل اللاهوائي ، وتراكم حمض اللاكتيك ، فيزيد ذلك من فترة التدريب وتأخير ظهور علامات التعب .

وبالإضافة إلى ما سبق يعتبر ظهور كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين في البول من أهم العلامات التي تدل على مدى تقنين الأحمال البدنية المستخدمة سواء كانت هوائية أو لاهوائية ، عند ظهور كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين في عينة البول بكميات كبيرة ، يدل ذلك على زيادة الأحمال البدنية عالية الشدة ، مما يؤدي إلى تكسيرها ومن ثم محاولة الجسم التخلص منها بعد تلفها .

وهنا يجب على المدرب مراجعة الحمل البدني وإعادة تقنيه حتى لا يمثل ضغوطا زائدة ، وفي المقابل فإن التقنين الجيد للأحمال البدنية من خلال عدم احتواء عينات البول لكرات الدم الحمراء ونسبة من الهيموجلوبين يعني ذلك مناسبة هذه الأحمال البدنية للحالة التدريبية .

#### - حمض اللاكتيك :

يذكر حسام فاروق (٢٠٠٢) نقلا عن كل من سكوت وآخرون **Scott , K. et al** ، كاظم جابر أن اتحاد كل من ايونات الهيدروجين ، وحمض البيروفيك في ظل غياب الأكسجين ، وبمساعدة إنزيم لاكتات ديهيدروجينز العضلي (M-LDH) يتكون حمض اللاكتيك بالجسم ، و يبين أن حمض اللاكتيك واللاكتات هما مركبين مختلفين ، فحمض اللاكتيك عبارة عن حمض والتركيب الكيميائي له (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>8</sub>) ، بينما اللاكتات احد أملاح حمض اللاكتيك ، فعند إطلاق حمض اللاكتيك لذرة الهيدروجين تتحد مع بقية الذرات من صوديوم وبوتاسيوم لتكون الملح . (٢١ : ٣٢)

ويشير بهاء سلامة (١٩٩٩) إلى أن نسبة حمض اللاكتيك في الدم أثناء الراحة تتراوح ما بين ٨- ١٢ ملليجراما / ١٠٠ مليلتر (حوالي من ١- ٢ مللي مول / لتر) ، وتزيد هذه النسبة مع زيادة أداء الأنشطة البدنية ذات الشدة العالية ، ولا تحدث زيادة كبيرة في تركيز حمض اللاكتيك بالدم أثناء الأداء البدني البسيط ، ومع زيادة معدل هذا الأداء إلى ما فوق المتوسط تبدأ نسبة حمض اللاكتيك بالارتفاع . (١٧ : ١٥١ ، ١٥٢)

ويضيف بهاء سلامة (٢٠٠٠) انه خلال السنوات الماضية كانت تتبع طرق تقليدية في تقويم الأحمال البدنية الخاصة بأنشطة التحمل من خلال التعرف على أقصى استهلاك للأكسجين بالعضلات  $VO_{2max}$  ، وارتباطها بمعدل نبضات القلب ، وفي الأونة الأخيرة استطاع الباحثون الربط بين معدل تراكم حمض اللاكتيك ، ومعدل الأداء البدني ، وعلاقتها بالتكيف لأداء الأحمال التدريبية المختلفة ، فتراكم حمض اللاكتيك في الدم يعتبر مؤشرا جيدا للتعرف على التقدم والتحسين في الأداء بعد الاشتراك في الحمل البدني ، وكذلك تحديد مظاهر التدريب ، ولذلك أصبح من الضروري التعرف على أسباب حدوث عتبة اللاكتات **Lactate Threshold** ، وهي تعبر عن مدى استجابة حمض اللاكتيك لأداء الأحمال البدنية المتنوعة ، إلى جانب معدل تركيز حمض اللاكتيك بالجسم عند الأداء مع أقصى معدل نبضات القلب ، حتى يصبح تصميم برامج التدريب أكثر فاعلية للوصول للأهداف الموضوع . (١٥ : ٢٠٥)

ويضيف محمد علي القبط (٢٠٠٢) أن حمض اللاكتيك الذي ينتج أثناء التدريب البدني يتراكم في العضلات العاملة ، وعندما تصل نسبة تراكمه إلى حد معين تحدث الحمضية ويقل معدل الجلوكزة اللاهوائية فيحدث التعب ، وتظهر ثلاث طرق هامة لتأخير التعب الناتج عن تراكم حمض اللاكتيك ، وهي:

- ١- خفض معدل تراكم اللاكتيك .
- ٢- زيادة معدل انتقال اللاكتيك من العضلات العاملة إلى العضلات غير العاملة .
- ٣- زيادة تحمل الألم الناتج عن تراكم حمض اللاكتيك . (٣٥ : ٢٢)

ويشير بهاء سلامة (٢٠٠٠) إلى تأثير بعض العوامل على استجابة لاكتات الدم للتدريب البدني ومن هذه العوامل :

#### ١- نوع النسيج العضلي :

يظهر من نتائج الدراسات العلمية وجود علاقة بين نوع الأنسجة العضلية وبين استجابة لاكتات الدم للتدريبات البدنية ، فقد زاد تركيز حمض اللاكتيك في الألياف العضلية السريعة أكثر من الألياف البطيئة ، ويرجع ذلك إلى الجلوكزة اللاهوائية الأكثر استخداماً أثناء تدريبات السرعة .

#### ٢- توفير المادة :

إن التغيير في مستويات الجلوكوز والأنسولين بالدم يعمل على زيادة تحفيز عمليات الجلوكزة ، وزيادة حمض اللاكتيك بالدم ، وإلى جانب ذلك فإن زيادة مستويات الأحماض الحرة أثناء التدريب البدني تزيد من الاعتماد على أكسدة الدهون ، مما يعمل على تخفيض معدل تراكم حمض اللاكتيك بالدم بمحتويات الغذاء سواء الغنى بالكربوهيدرات أو الغذاء ذي النسبة المنخفضة من الكربوهيدرات أو الغذاء المختلط .

#### ٣- حالة التدريب :

أصبح من المعروف أن تدريب التحمل يقلل من تراكم حمض اللاكتيك بالدم ، وذلك إما لخفض نسبة إنتاج اللاكتيك ، أو لزيادة نسبة التخلص منه ، أو كلاهما ، ويرجع الانخفاض في نسبة تراكم حمض اللاكتيك بالدم إلى التقليل من معدل استهلاك الكربوهيدرات أثناء زيادة تدريبات التحمل ، وتجمع اللاكتيك بالعضلات أثناء التدريب ، وبالإضافة إلى ذلك يزداد نشاط الإنزيمات العضلية ، ومحتوى الميتوكوندريا بعد الانتهاء من التدريب ، ويعد هذا النشاط هو المسؤول عن المعدل المنخفض من تمثيل الجلوكوز والجليكوجين مما يساعد على سرعة التخلص من حمض اللاكتيك المتراكم بالدم.

#### ٤- درجة حرارة الجو:

لقد أثبتت الدراسات العلمية أن ممارسة التدريب البدني أثناء درجة الحرارة المرتفعة يحدث نقصاً في الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين مع زيادة في نسبة تراكم حمض اللاكتيك بالدم أثناء التدريب لفترة طويلة ، في حين تظهر عتبة اللاكتيك والتي تعرف بأنها بداية ظهور اللاكتيك في الدم ، حيث تظهر هذه العتبة متأخرة أثناء ممارسة التدريب البدني في الجو البارد. (١٥ : ٤٤-٢٥٣)

## - حمض اللاكتيك والأحماض البدنية :

يذكر محمد حسن علاوى ، وأبو العلا عبد الفتاح (٢٠٠٠) أن تأثير الحمل البدنى على نسبة تراكم حمض اللاكتيك يظهر من خلال زيادة نسبته أثناء الأداء البدنى الذى يتطلب إنتاج الطاقة في غياب الأوكسجين ( لا هوائي) ، ويلاحظ أن الشخص المدرب ينتج كمية أقل من حمض اللاكتيك أثناء الحمل البدنى الأقل من الأقصى نظرا لاستفادته من إنتاج الطاقة الهوائية ، بينما يختلف ذلك عند أداء الحمل البدنى الأقصى ، حيث ينتج الشخص كمية أكبر من حمض اللاكتيك نظرا لما يتوافر لديه من الجليكوجين المخزون في العضلات ، إلى جانب قدرته على تحمل الألم الناتج من زيادة حمض اللاكتيك في العضلات والدم . (٣٣ : ١٧٠)

بينما يذكر حسام فاروق (٢٠٠٢) نقلا عن ريسان خريبط أن تأثير الحمل البدنى على نسبة تراكم حمض اللاكتيك في زيادة نسبته في بداية التدريب وخلال عملية التدريب ، وذلك لإنتاج الطاقة لا هوائيا ، ومع استمرار التدريب تقل نسبة تراكم حمض اللاكتيك ، وذلك لإنتاج الطاقة عن طريق فوسفات الكرياتين (PC) أولا ثم التحول إلى أكسدة الجليكوجين في ظل غياب الأوكسجين ، وهذا يفسر نقص نسبة تراكم حمض اللاكتيك بالدم . (٢١ : ٣٩)

## \* الاستجابات الفسيولوجية لتدريبات التحكم في التنفس للاعبى كرة القدم :

يرى الباحث أنه عند تعرض لاعب كرة القدم إلى تدريبات التحكم في التنفس أو محاكاة المرتفعات أو السفر إلى مناطق مرتفعة عن مستوى سطح البحر حيث خضوع اللاعب وأجهزته الحيوية الداخلية إلى مؤثرات خارجية من شأنها الإخلال بحالة التوازن النسبي الداخلي بين العمليات الحيوية الهادفة للاحتفاظ بهذا التوازن مما يؤدي إلى دفع العمليات البيوفسيولوجية واستثارها بهدف إعادة التوازن المشار إليه مرة أخرى لحالته الطبيعية.

وفيما يلي قام الباحث بعمل مسح مرجعي للدراسات والبحوث العلمية التى تعرضت لتدريبات التحكم في التنفس ومحاكاة المرتفعات وكذلك التدريب فى المناطق المرتفعة عن مستوى سطح البحر ، وذلك بهدف التعرف على التغيرات البيوكيميائية والفسيولوجية المرتبطة بهذا النوع من التدريب ، وهى تنحصر فى الآتى:

### (١) التغيرات فى التهوية الرئوية :

يذكر استراند ، رودهال Astrand & Rodahl (١٩٨٨) أن هناك زيادة فى نسبة عمل التهوية الرئوية التى تؤدي إلى زيادة فى ضغط الأوكسجين ونقص فى ضغط ثاني أكسيد الكربون ( $PCO_2$ ) للهواء الحويصلى . كما أن التهوية الرئوية تعطي نفس الأحجام من الأوكسجين المستهلك فى الأفراد المتأقلمين مع الارتفاعات المختلفة لمدة (٤) أسابيع ، وهذا يعنى أن عدد جزيئات الأوكسجين المستنشق لكل وحدة زمنية ثابت فى مختلف الارتفاعات .

وتم اقتراح أن الزيادة الإضافية فى التهوية الرئوية ذات الصلة بالتدريب فى الارتفاع العالي يجب أن تكون راجعة لنقص الأوكسجين وذلك عن طريق المتغيرات الكيميائية الخارجية الواقعة فى قوس الأورطى وتفرع الشرايين السباتية فى الرقبة ، كما أن نقص ضغط ثاني أكسيد الكربون يقلل من دفع المستقبل الكيميائي المركزي بسبب زيادة القلوية (pH) ، ومع ذلك فإن هذا يعوض بنقص فى بيكربونات الدم والذي يمكن من الحصول على قلوية عادية فى الشخص المتأقلم ، وكلما قلت نسبة زيادة القلوية زادت التهوية الرئوية. (٤٦ : ٦٨٣)

## (٢) استجابات الأوعية القلبية :

يذكر ماك أردل وآخرون **Mc Ardle ,..et al (١٩٩٦)** أن معدل نبضات القلب الأقصى والنتائج القلبية في المرتفعات من الممكن أن يزيد بمقدار ٥٠% فوق قيم مستوى سطح البحر بينما يبقى حجم ضربة القلب بدون تغير ، والزيادة في تدفق الدم في الارتفاع تعوض نقص الأكسجين الجزئي في الدم الشرياني وهذا يعني أن الحد الأقصى للتدريبات على سبيل المثال يمثل ٥٠% من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ( $VO_{2max}$ ) في مستوى سطح البحر والذي يكافئ ٧٠% للقدرة الهوائية في ارتفاع (٤٣٠٠ متر).

كما أن النظام الأيضي والدوري التنفسي في التدريب المعتدل قادر على تعويض محتوى أكسجين الدم المنخفض بواسطة زيادة الناتج القلبي، ومع ذلك فإن التغيرات المتعلقة بالتهوية الرئوية والدورة الدموية لا يمكن أن تعوض محتوى أكسجين الدم الشرياني المنخفض أثناء التدريب بالحد الأقصى. (٦٤ : ٤٨٤)

## (٣) إعادة تعديل ( الحامض – القاعدي ) :

يذكر ولسكي وآخرون **Wolsk ,..et al (١٩٩٦) McArdle ...et al (١٩٩٦)** أن زيادة التهوية تقلل من ضغط ثاني أكسيد الكربون الشرياني والذي يسبب زيادة (PH) ويصبح الدم أكثر قلوية، ومع ذلك يحدث تعديل بواسطة الكلى فهي تفرز مادة قاعدية بيكربونات، والتي صنعت حتى تجعل التوازن ( القلوي – الحمضي ) طبيعياً ، وبيكربونات الدم هي المصدر الأولى لحامض اللاكتيك Lactic Acid فأثناء التعرض المزمّن لنقص الأكسجين فإن إفراز العضلات للاكتات يقل في الدم ، ويتم استعادة ( pH ) الطبيعية من خلال زيادة القلوية في الجهاز التنفسي والتي تمكن من زيادة التهوية حتى تصل إلى مستويات أعلى لتكون متعادلة مع نقص الأكسجين في المرتفعات . ( ٧٩ : ٢٥٣ ) ، (٦٤ : ٤٨٤)

## (٤) التغيرات العضلية :

هناك القليل من الدراسات التي أجريت بهدف مقارنة تأثيرات التدريب في المرتفعات، وفي مستوى سطح البحر على أيض العضلة، ويشير **McArdle...et al (١٩٩٦)** أن تركيز مادة ثاني وثالث ديفيسفو جليسررات والتي تنتج داخل خلية الدم الحمراء قد زادت خلال التفاعلات اللاهوائية وأن منحني انفصال الهيموجلوبين يتحرك ناحية اليمين ، وفي هذا الاتجاه زيادة لكل من كمية الهيموجلوبين وكرات الدم الحمراء والتي تحسن من انفصال الأكسجين من الهيموجلوبين الذي يحسن من أكسجة النسيج . (٦٤ : ٤٨٥)

وقد وجد ميزونو وآخرون **Mizuno...et al (١٩٩٠)** زيادة في قدرة المنظمات الحيوية للعضلة ( كيميائية – بيكربونات – الفوسفات والبروتين ) والتي تتحكم في نوعية توازن (القاعدة-الحمض) في كلا من العضلة التوأمية للساق والعضلة الخلفية العضدية بعد أسبوعين من البقاء والتدريب في ارتفاع ( ٢١٠٠ – ٢٧٠٠ ) متر، وفي دراسة أخرى **Mizuno...et al (١٩٩٠)** وجدوا ارتباطاً إيجابياً بين الزيادة النسبية في قدرة المنظمات الحيوية Buffers والجري لمدى قصير في الارتفاع وكان هناك نقص في نشاط إنزيمات الميتوكوندريا . ( ٦٦ : ٤٩٦ ، ٤٩٨ )

فقد اعتقدوا أن نقص الأكسجين من الممكن أن يكون عاملاً حرجياً في حث قدرة المنظمات الحيوية على أن يكون معدلها أبطأ في زيادة امتصاص الأكسجين المستهلك والذي لوحظ في حالة نقص الأكسجين بالمقارنة مع الأكسجين الطبيعي والذي ينتج عنه تركيز في لاكتات العضلات والتي تزيد من ناتج الطاقة اللاهوائية. وإذا أمكن تحسين قدرة المنظمات الحيوية في مستوى سطح البحر فإن الرياضيون ممكن أن يستفيدوا من الأنشطة اللاهوائية في تدريب المرتفعات.

بالإضافة إلى ذلك قام تيرادوس **Terrados** ( ١٩٩٢ ) بدراسة تأثيرات التدريب في ارتفاع متوسط ( ٢٣٠٠ ) متر على أيض العضلة. المشاركون الذكور كانوا يدربون رجلاً واحدة في ظروف الأكسجين الطبيعي **Normoxic** ، والرجل الأخرى في ظروف نقص الأكسجين **Hypoxic** من ٤:٣ مرات أسبوعياً ولمدة ٤ أسابيع. فوجدوا زيادة في الميوجلوبين وفي نشاط الإنزيمات المؤكسدة **Oxidative** ، ونقص في نشاط إنزيم الجليكوليتك **Glycolytic** في الرجل التي تدربت في ظروف نقص الأكسجين . ( ٧٧ : ٢٠٦ )

### (٥) تغيرات الدم :

ويذكر **Wolski...et al** ( ١٩٩٦ ) أن التكيف الأكثر أهمية على المدى البعيد للمرتفعات هو زيادة قدرة الدم على حمل الأكسجين ، وهذا يرجع إلى نقص في حجم البلازما ، وزيادة في كتلة خلايا الدم الحمراء . خلال الأيام الأولى فتصبح خلايا الدم الحمراء أكثر تركيزاً في البلازما بسبب فصل السائل من الفراغ داخل الأوعية إلى الفراغات بين النسيج الخلوي وداخل الخلية، وهذا النقص في حجم البلازما ما هو إلا استجابة سلبية ترجع إلى نقص الهرمون المدر للماء والذي ينتج عنه زيادة عبء على القلب. ( ٧٩ : ٢٥٥ )

ويشير بارجلاند **Barglund** ( ١٩٩٢ ) أن هناك نقص في حجم البلازما بنسبة ٢٥% تقريباً في خلال من ( ٨ : ١٠ ) أيام الأولى وأن الرياضيون الذين يتدربون في ارتفاع متوسط لمدة ٣ أسابيع تقريباً يبدو أن حجم البلازما لديهم يكون طبيعياً في خلال ٦ أيام ، كما أن تركيز كرات الدم الحمراء يسمى " هيماتوكريت " **Haematocrit** .

وهناك زيادة في الهيموجلوبين والتي تحدث تقريباً بعد ( ٤ - ٧ ) أيام من التعرض لنقص الأكسجين، كما أن هناك زيادة حقيقية للهيموجلوبين بنسبة ١% أسبوعياً ، وأن الاختلاف الطبيعي بين السكان الدائمين عند مستوى سطح البحر وفي ( ٢٥٠٠ ) متر فوق مستوى سطح البحر تم تقديره بـ ١٢% ولهذا فإن وقت التأقلم اللازم هو ( ١٢ ) أسبوعاً وهذه مدة أطول بكثير حيث أن معظم دراسات تدريب المرتفعات تقترح أن الزيادة الكبيرة في مستويات الهيموجلوبين بعد ( ٢ - ٣ ) أسابيع . ( ٤٩ : ٢٩١-٢٩٢ )

ويذكر روسكو **Rusko** ( ١٩٩٦ ) أن النقص في حجم البلازما يرجع إلى الزيادة الحقيقية في مستوى الهيموجلوبين والذي يعمل على تحسين الأداء الرياضي . كما أن الزيادة العددية في خلايا الدم الحمراء يتم عن طريق تحفيز هرمون الإريثروبويتين **EPO** والذي يفرز من الكلى وأنه يزداد إنتاجه في نخاع العظام الطويلة عند الوصول إلى المرتفعات والبقاء فيها لعدة أيام ، وأن الزيادة الأولية لـ **EPO** يتبعها نقص في معدله بعد حوالي أسبوعاً بسبب الزيادة التدريجية لأكسدة النسيج وكتلة خلية الدم الحمراء. ( ٧٤ : ٤٨ )

ويذكر **McArdle, ..et al (١٩٩٦)** أن وفرة الجلوكوز والبروتين والماغنسيوم ضرورية لمستوى الإريثروبويسيس Erythropoiesis وأن العامل الأكثر أهمية للتغذية هو وفرة الحديد ، فقد وجد أن مخزونات الحديد أثناء الأيام الأولى لتدريب المرتفعات لا تستطيع أن تفي بالقدر اللازم لتخليق الهيموجلوبين على الرغم من إنه عندما يوجد حديد كافي من الممكن ألا يتم تحريكه بسرعة كافية وهناك العديد من الدراسات التي تؤكد أن الإمداد بالحديد يزيد من قيم الهيماتوكريت والهيموجلوبين عند التعرض للمرتفعات . (٤٨٧: ٦٤)

### (٦) التكيفات الخلوية:

يشير **Astrand & Rrodahl (١٩٨٨)** أن التكيفات الوعائية والخلوية التي تحدث عند التعرض لنقص الأكسجين يمكن أن تحسن الوظائف المؤكسدة في البشر ، وأن الدراسات وجدت زيادة في الشعيرات الدموية والتي تقلل المسافة بين الخاصية الشعرية وبين الخلية ، وأن تركيز الميوجلوبين Myoglobin بالإضافة إلى عدد الميتوكوندريا Mitochondria يزيدان في المرتفعات بفضل تأثير الأكسجين المخزون في العضلات. (٦٨٥ : ٤٦)

### (٧) التغيرات في كتلة الجسم وتركيبه:

يذكر **McArdle ...et al (١٩٩٦)** أن التعرض الطويل الأمد للمرتفعات ينتج عنه انخفاض ملحوظ في كتلة ودهون الجسم ويرجع هذا لزيادة العمليات الأيضية في المرتفعات. (٤٨٩ : ٦٤)

### (٨) الاستجابات الهرمونية :

في دراسة قام بها **Astrand & Rrodahl (١٩٨٨)** تهدف إلى التعرف على الاستجابة الهرمونية تحت ظروف الأكسجين الطبيعي ، وظروف نقص الأكسجين أوضحت أن جلوكوز البلازما والأحماض الدهنية الحرة FFA ، واللاكتات ، الكورتيزول وهرمون النمو جميعها تزيد بشكل أكثر عند التعرض لنقص الأكسجين أكثر من زيادتها خلال التدريب في ظروف توفر الأكسجين واعتقاداً أن هذه التغيرات تؤدي إلى استخدام FFA خلال التدريب مع توفير جليكوجين العضلة. (٦٨٧ : ٤٦)

### (٩) القدرة الهوائية القصوى :

يشير **McArdle...et al (١٩٩٦)** أن هناك عيب أساسي لتدريب المرتفعات وهو أن الطاقة الهوائية القصوى تقل بشكل واضح حيث يقل الناتج القلبي الأقصى والذي يحدث تقريبا بعد أسبوع واحد في الارتفاعات فوق (٣٠٠٠) متر ويبدو أنها تستمر طوال فترة الإقامة فيها. (٤٩١ : ٦٤)

ويذكر **Wolski ...et al (١٩٩٦)** أن الدراسات ذات العلاقة بتدريب الارتفاع تعطي قيما مختلفة عندما يبدأ الارتفاع في التأثير على الأداء الرياضي فأقل قيمة سجلت ٩٠٠ متر وتم الاعتقاد أن هناك نقص ٣,٢% في حجم الأكسجين الأقصى لكل ٣٠٥ متر عند الارتفاع فوق ١٥٠٠ متر ولهذا من الممكن أن يظهر الرياضيين نقصا في اللياقة الهوائية بعد تدريب الارتفاع بسبب عدم قدرتهم على الاستمرار في نفس كثافة التدريب كما هو في مستوى سطح البحر. (٢٥٧: ٧٩)

(١٠) التحمل الأقل من الأقصى:

إن بداية التهوية الرئوية والنسبة المئوية الأقل من الأقصى للحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ترتبط بشكل أعلى بأداء التحمل وأن تدريب الارتفاع يحسن قدرة التحمل الأقل من الأقصى ، ويعتقد **Wolski...et al (١٩٩٦)** أن وقت التحمل هو وظيفة لكل من مخزون الجليكوجين المعتمد على احتياج الطاقة الهوائية وأنه عند الحد من وفرة الأكسجين معدل الأيض الهوائي يزيد عند الكثافات العالية من التدريب كما أن الزيادة في وقت التحمل مع التأقلم على الارتفاعات من الممكن أن تكون راجعة إلي الاعتماد الأقل على الجليكوجين والاستخدام المتزايد لمخزونات الدهون أو القدرة الزائدة مع تحمل نقص pH أو كلا منهما. (٧٩ : ٢٥٨)

في ضوء ما سبق يتضح لنا أن أقوى المتغيرات المؤثرة على العمليات البيوفسيولوجية هي انخفاض معدل الأكسجين من خلال التنفس الخارجي وأن هذه العمليات تستهدف في المقام الأول إعادة التوازن الداخلي إلى حالته الطبيعية ومواجهة الإخلال به الناتج عن تغلب عمليات الهدم على عمليات البناء كما سبق وذكرنا.

يرى الباحث أنه عند سفر البعثات الرياضية إلى المناطق المرتفعة عن مستوى سطح البحر للمشاركة في الدورات والبطولات أو بهدف إقامة معسكرات الإعداد لها حيث تشير نتائج الدراسات العلمية **Barglund (١٩٩٢)** ، **Rusko (١٩٩٦)** ، **Wolski...et al (١٩٩٦)** ، وكذلك تشير دراسة **Gundersen (٢٠٠١)** ، **Vogt...et al (٢٠٠١)** ، **Rusko...et al (١٩٩٩)** ، **Chapman...et al (١٩٩٨)** تؤدي إلى خضوع أجهزة الجسم البشري إلى حمل بدني فسيولوجي من شأنه إحداث تغييرات فورية مرتبطة نتيجة للتعرض المفاجئ للتغيرات الفيزيائية في هذه المناطق. (٤٩ : ٢٩٥) ، (٧٤ : ٥٠) ، (٧٩ : ٢٦٢) ، (٥٩) ، (٧٨) ، (٧٣) ، (٥٢)

ويضيف الباحث أن النقص الحاد والمفاجئ في الضغط النسبي للأكسجين أو تدريبات التحكم في التنفس تعتبر من أقوى المتغيرات المؤثرة على أجهزة الجسم البشري حيث لا ينحصر التأثير على ردود الأفعال الناتجة على المستوى البدني والرياضي فحسب ، وإنما يتعرض هذا التأثير في بعض الأحيان للوظائف الحديثة الهادفة للخلاية فيؤثر فيها سلبيا ، كما يؤثر هذا الانخفاض وفقا لأراء عدد غير قليل من العلماء والمتخصصون في معدلات التنفس ، حيث يطرأ عليها زيادة واضحة كما يزداد عمق التنفس نفسه بهدف معادلة وتعويض النقص الحادث في الأكسجين وتكون النتيجة زيادة في معدلات وكمية التنفس في الدقيقة كرد فعل مرتبط لانخفاض الحادث في الأكسجين الشرياني عبر مراكز التنفس .

كما تحدث زيادة في كفاءة عمل الشعيرات الدموية من خلال تفتح وزيادة اتساع وتدرجات هذه الشعيرات كأحد المظاهر المصاحبة لتعويض الانخفاض الحادث في الأكسجين عند التعرض لتدريبات التحكم في التنفس **Hypoxic Training** أو الأماكن المرتفعة عن مستوى سطح البحر وذلك بهدف إيصال كميات كافية من الأكسجين للخلايا.

ويذكر **محمد عثمان (٢٠٠٠)** أن عملية الصعود للمرتفعات تؤدي أيضا إلى تنشيط الدورة الدموية في منطقة الرئتين ، مما يؤدي بالتالي إلى الارتقاء بمستوى أداء عمليات استهلاك الأكسجين ، وزيادة كمية الدفع القلبي في الدقيقة نتيجة للزيادة الواضحة في معدل ضربات القلب ، وعدم التغير في كمية الدم المدفوعة في الضربة الواحدة. (٣٤ : ١٣٤)

## استهلاك الأوكسجين:

يذكر فاروق عبد الوهاب ( ١٩٩٥ ) أنه إذا أراد شخص أن يتنافس سواء مع نفسه أو مع غيره فيجب أن يكون قادراً على التنفس ، وكلما تحسنت قدرته على التنفس كلما زادت قدرته على التنافس من هنا يتضح لنا أن " التنافس " كلمة مشتقة من " التنفس " لذا يتم قياس سعة الصدر مع قدرة الفرد على استنشاق أو زفر أكبر كمية من الهواء وهو ما يعرف بالسعة الحيوية " أقصى زفير بعد أقصى شهيق أو العكس."

والأهم من هذا هو كفاءة القلب والأوعية الدموية على حمل أكبر قدر من الأوكسجين إلى خلايا الجسم، لذا فإن اختبار الجهد يقصد به أساساً قياس قدرة الفرد على استهلاك الأوكسجين واستخدامه من خلال جهد عضلي كالمشي أو الجري وقد تم إنتاج أجهزة علمية لقياس أقصى استهلاك للأوكسجين أو ما يعرف بـ  $VO_2 \max$ ، وهو اختبار يؤدي للأصحاء الرياضيين القادرين على بذل عالٍ، أما الأشخاص الأصحاء غير المدربين تدريباً عالياً فيكفي التنبؤ بقدرتهم من خلال اختبار لا يدفعهم للوصول لأقصى جهد أو لمرحلة الإنهاك والتعب، وهو ما يعرف بالحد الأقل من الأقصى لاستهلاك الأوكسجين  $VO_{2sub}$  وفي كلتا الحالتين يستخدم البساط المتحرك Treadmill أو الدراجة الثابتة الأرجومترية Bicycle Ergometer وربما استخدم اختبار صعود وهبوط الدرج Step Test أو مجرد اختبار ميداني كالجري حول المضمار لمسافة أو لزمان محدد. (٣٠ : ١١٩-١٢٠)

ويذكر محمد علي القط (١٩٩٩) أن استهلاك الأوكسجين يعد أحد العوامل الهامة- إن لم يكن أهمها- لتحديد أداء التحمل، حيث إن الزيادة في تزود العضلة بالأوكسجين يعطي مزيداً من الطاقة اللازمة لعملية التمثيل الهوائي للطاقة، حتى أن معدل تراكم حمض اللاكتيك يكون أبطأ ويتأخر ظهور التعب. ويشير مصطلح استهلاك الأوكسجين Oxygen consumption إلى كمية الأوكسجين التي تستخدمها العضلات والأنسجة.

وجميعنا يمتلك قدرة محددة لاستهلاك الأوكسجين، وهذه القدرة تسمى بالحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ويرمز لها  $VO_2 \max$  وإذا وضعت نقطة فوق حرف الـ V فالمقصود بها استهلاك الأوكسجين في الدقيقة ويجب أن يحسب الـ  $VO_2 \max$  بعدد المليترات من الأوكسجين المستهلك لكل كيلو جرام من وزن الجسم كل دقيقة وتكون وحدة قياسه ( ml/kg/min ) ويتحدد ذلك بشكل أساسي وفقاً للاختلافات في حجم الجسم فمثلاً الشخص الضخم الذي يستهلك ٤ لتر أوكسجين / دقيقة ، ولكونه يمتلك عضلات كبيرة الحجم فإن نصيب كل كيلو جرام من العضلات من الأوكسجين سيكون أقل من الشخص الأقل حجماً والذي يمتلك نفس القدرة من استهلاك الأوكسجين. (٣٦ : ١٩-٢٠)

ويذكر طلحة حسام الدين وآخرون (١٩٩٧) أنه قد لوحظ أن الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين في لاعبي رياضات التحمل يعتبر مرتفعاً عن غيره من الرياضات والمقدار الكبير من الأوكسجين المطلوب في أنشطة التحمل يتم الحصول عليه عن طريق كل من زيادة معدل سريان الدم وكذلك معدل استخلاص الأوكسجين من الدم ، والقدرة على الإمداد بالأوكسجين يمكن التعرف عليها عن طريق معدل سريان الدم بمقدار الأوكسجين الذي يمكن أن يحمله الدم في كل لتر (الأوكسجين الوريدي) وقابلية الأنسجة على الحصول على مقدار إضافي من الأوكسجين خلال مرور الدم فيها ، وعملية استخلاص الأوكسجين هي عبارة عن الفرق بين محتويات كل من الأوردة والشرايين المتصلة بها من الأوكسجين. وفي الظروف العادية يكون هذا الفرق خلال أداء التدريب حوالي ( ٤٠ ml/l ) خلال الراحة وتصل إلى ( ١٦٠ ml/l ) خلال أداء المجهود. (٢٥ : ١٥٦)

التكيفات في الخلايا العضلية التي تحسن استهلاك الأوكسجين:

### Adaptations in Muscle Cells That Improve Oxygen Consumption

يذكر محمد علي القط (١٩٩٩) أن الأوكسجين ينتشر في الخلايا العضلية حيث ينتقل إلى الميتوكوندريا من خلال سر كوبلازم الخلايا عن طريق الميوجلوبين ، حيث يستخدم في تمثيل حمض البيروفيك أثناء دورة حمض الستريك Citric Acid Cycle .

كما أن التدريب البدني ذو التحمل يؤدي إلى زيادة كل من حجم وعدد الميتوكوندريا ، وأيضاً الميوجلوبين ، ويزيد من نشاط إنزيمات معينة مستقرة في الميتوكوندريا والمرتبطة بالتمثيل الهوائي وذلك عند استخدام تدريبات التحمل ، ويضيف أن هذه الزيادات تحدث فقط في الألياف العضلية التي شاركت في التدريب .

ويضع الشروط التالية لتحسين مستوى الـ  $VO_{2max}$  وهي :

١- الشدة : يصل فيها نبض القلب لأكثر من ١٣٥ ن / ق .

٢- الحجم : لا يقل زمن الأداء عن ١٠ ق .

٣- التكرارات : لا تقل عن ٣ مرات/ الأسبوع .

ويضيف أن العلماء يؤكدون على أنه لكي تكون قياسات الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين صادقة وحقيقية لا بد أن يشارك في العمل العضلي أكثر من ٥٠ % من عضلات الجسم . ( ٣٦ : ٥٤ ، ٥٩ )

### العتبة الفارقة اللاهوائية واللاكتيكية وعلاقتها بالتنفس للاعب كرة القدم :

يذكر طلحة حسام الدين (١٩٩٧) أن عمليات تقييم استجابة لاكتيك الدم للتدريب تعتبر من العمليات الروتينية التي تعتمد عليها معامل التحاليل الخاصة بمراكز التدريب ، وكان أول من استخدم مصطلح العتبة الفارقة اللاهوائية كل من ويزرمان ، ماك لاري Wesserman & McIlray ١٩٦٤ يعتقدان أن عملية تبادل الغازات التي تحدث في الرئتين من الممكن أن تستخدم لتحديد لحظة الكسر اللاكتيكية أو بمعنى آخر لحظة بداية التمثيل الغذائي لحمض اللاكتيك، ونظراً إلى أن حامض اللاكتيك لا يستمر على حالته لفترة طويلة ولكنه يتحول بمجرد تكوينه إلى لاكتيت وأيون هيدروجين فإنه من المفضل استخدام مصطلح لاكتيت العضلة أو لاكتيت الدم بدلاً من مصطلح حامض اللاكتيك في الدم أو في العضلة. ( ٢٥ : ٢٧ - ٢٨ )

### استخدام استجابات التنفس كمعيار لتحديد العتبة الفارقة اللاكتيكية:

يعرف طلحة حسام الدين (١٩٩٧) نقلاً عن ويزرمان Wasserman العتبة الفارقة اللاكتيكية بأنها حد المجهود الذي يصل فيه مقدار الأوكسجين المستخدم لمستوى تستكمل فيه الطاقة المطلوبة عن طريق النظم اللاهوائية.

وقد افترض أنه في بعض الأحيان قد يصل الحال إلى بذل مجهود يفوق معدل إمداد ميتاكوندريا العضلة بالأوكسجين ، وهذا الخلل في عملية الإمداد بالأوكسجين يؤدي إلى زيادة التحول اللاهوائي للبيروفيت إلى لاكتيت داخل (ستيوسول) " العصارة الخلوية داخل الخلية " ، ونظراً إلى أن PK لحامض اللاكتيك منخفضة فإنه يتحلل ويتبادل عن طريق النظام الكربوني ، مما يؤدي إلى تكون ثاني أكسيد الكربون نتيجة لعملية التعادل التي تحدث لللاكتيت .

كما ان حدوث هذا الخلل في التوازن ( الحمضي- القاعدي ) يؤدي إلى بعض التغيرات في عملية تبادل الغازات ، حيث يزيد مقدار ثاني أكسيد الكربون نتيجة لعملية التعدد التي تحدث للاكتيت buffering عند معدله الطبيعي ، ونتيجة لذلك فان معدل تزايد ثاني أكسيد الكربون يرتفع عند الوصول الى هذه العتبة ، وبالتالي زيادة في معدل التنفس .

ويرى عدد من العلماء أن استخدام المجهود الذي يؤدي في حالة الاستقرار *Stady State* لا يؤدي إلى زيادة لاكتيكية الدم في العضلة إذا ما كان معدل الشغل المبذول في حدود ٥٠ - ٦٠% من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ، مما يدعم فكرة أن ارتفاع لاكتيكية الدم هو نتيجة لبداية زيادة إنتاج اللاكتيت في العضلة. (٢٥ : ٢٨)

**\* تأثير التدريب بمحاكاة المرتفعات على نظم إنتاج الطاقة وعلاقتها بالحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين للاعب كرة القدم :**

### ١- النظام الفوسفاتي : (ATP- PC)

يتفق محمد نصر الدين (١٩٩٨) ، أبو العلا عبد الفتاح (١٩٩٧) ، فوكس Fox (١٩٩٣) على أن هذا النظام (ATP- PC) يعتبر أساسيا في إنتاج الطاقة حيث يمد ATP خلايا الجسم بالطاقة عند أداء المجهود الأقصى في فترة زمنية من (٥ - ٢٠) ثانية نظراً لأن كميته في الجسم محدودة حيث تبلغ كميته (٣ أونز) وهذه الكمية يستنفذها الجسم في زمن قليل جداً لا يتجاوز (٢٠ ثانية) ولهذا نجد أن الجسم في حاجة إلى تخليق وإعادة تركيب ATP من جديد وذلك عن طريق انقسام فوسفات الكرياتين (PC) وهو مركب فوسفاتي غني بالطاقة وهو يوجد في الخلايا العضلية وهو يشبه ATP في خاصية واحدة وهي : إن الطاقة المخزنة في كليهما توجد في الروابط الكيميائية الخاصة بهما ويتم ذلك لا هوأيا . (٣٧ : ٤٥) ، (٧ : ٢٩ ، ٣٠) ، (٥٥ : ١٠١)

ويؤكد أمر الله البساطي (١٩٩٧) على أن تدريبات محاكاة المرتفعات (الهيبوكسيك) تعمل على زيادة عمل الإنزيمات داخل العضلات ومن ثم زيادة إنتاج ATP أثناء العمل الهوائي واللاهوائي من خلال زيادة عدد الميتاكوندريا داخل الألياف العضلية . (١٣ : ١٢٠)

### ٢- نظام حامض اللاكتيك : (Lactic Acid System)

يتفق كمال درويش وآخرون (١٩٩٨) ، وطلحة حسام الدين (١٩٩٤) على أن تراكم حامض اللاكتيك في العضلات من العوامل الرئيسية لظهور التعب العضلي وذلك نتيجة تكوين أيونات الهيدروجين التي تغير من قلبية وسط الدم إلى الحمضية مما يؤدي إلى هبوط كفاءة الأداء. (٣١ : ٤٠) ، (٢٦ : ٨٦)

ويتفق عمرو السكري ، وسعيد إمام (١٩٩٦) على أن الحمضية العضلية تعتبر العامل الأساسي في ظهور التعب وخاصة في تدريبات التحمل وذلك نتيجة تراكم حامض اللاكتيك في العضلات وينتقل حامض اللاكتيك من الخلايا العضلية إلى الدم حيث يصل إلى جميع أجزاء الجسم وإذا زادت نسبة حامض اللاكتيك عن حد معين يؤدي إلى التقلص العضلي. (٢٩ : ١٩٢)

كما يضيف مسعد علي محمود (١٩٩٧) ، محمد نصر الدين (١٩٩٨) أن نظام اللاكتيك Lactic Acid System هو نظام لا هوائي لإنتاج الطاقة و يخلق فيه ثلاثي فوسفات الأدينوزين عندما يتكسر الجلوكوز إلى حامض اللاكتيك و تأخذ المجهودات التي تؤدي بشدة مرتفعة في زمن من ١- ٣ دقائق طاقتها من هذا النظام . (٤١ : ١١٥) ، (٣٧ : ٤٧)

و يتفق عادل عبد البصير (١٩٩٩) محمد نصر الدين (١٩٩٨) طلحة حسام الدين وآخرون (١٩٩٧) ، وروبرجس ، سكوت Robergs & Scott (١٩٩٩) على أن حامض اللاكتيك عنصرا هاما لتوفير الطاقة اللازمة للعضلات و ينتج حامض اللاكتيك من الجلوكزة اللاهوائية للجلوكوز (سكر الدم) الذي يصل إلى العضلات عن طريق الدم أو يأتيها عن طريق الجليكوجين المخزون بالعضلة ، و يقصد بالجلوكزة اللاهوائية أكسدة السكر في غياب أكسجين الهواء الجوى و يحدث ذلك عندما يكون أكسجين الهواء الجوى الواصل إلى العضلة غير كاف في الأنشطة عالية الشدة التي تستغرق وقت من ١- ٣ دقائق . (٢٨ : ٥٢٤) ، (٣٧ : ٤٧) ، (٢٥ : ٥١ - ٥٣) ، (٧٢ : ٧٢)

ويوضح بهاء الدين سلامة (١٩٩٤) ، وأبو العلا عبد الفتاح (١٩٩٨) ، فوكس Fox (١٩٩٩) أن جزء كبير من حامض اللاكتيك الناتج عن أداء العمل البدني اللاهوائي يتحول إلى حمض بيروفيك مرة أخرى ثم يتكسر في وجود الأكسجين داخل الميتاكوندريا ليعطى طاقة جديدة بالإضافة إلى  $H_2O - CO_2$  كما يمكن أن ينفذ حامض اللاكتيك خارج العضلة لكي تستخدمه عضلات أخرى لإنتاج الطاقة ، كذلك يمكن أن ينتقل حامض اللاكتيك عن طريق الدم إلى الكبد ، حيث يتم تحويله إلى جليكوجين ، وهذا الجليكوجين يمكن أن يتحول إلى جلوكوز وينتقل مرة أخرى عن طريق الدم إلى العضلات لكي تستخدمه في إنتاج الطاقة الهوائية أو اللاهوائية وتسمى هذه الدائرة دائرة كورى Cori Cycle (١٩ : ٩٢ - ٩٤) ، (٦ : ٥١ - ٥٣) ، (٥٦ : ١٠٨ - ١١١)

كما يؤكد أبو العلا عبد الفتاح (١٩٩٩) أن من أهم ما يجعل الرياضي يشعر بالتعب أثناء التدريب والمنافسة هو زيادة تركيز حامض اللاكتيك في الدم ، وتتوقف نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم تحت تأثير عاملين: أولهما هو معدل إنتاج حامض اللاكتيك في العضلات نتيجة التمثيل الغذائي اللاهوائي للجليكوجين ، وثانيهما هو معدل التخلص من حامض اللاكتيك الزائد في الدم ، ويتم خلال هذا الجزء التعرف على كيفية مواجهة الجسم لزيادة حامض اللاكتيك بالدم والتخلص منه حيث تعتبر هذه العملية الفسيولوجية من العمليات الهامة لتأثير حمل التدريب على وظائف الجسم . (٤ : ٧٠)

ويوضح الباحث من خلال العرض التالي للدراسات والبحوث العلمية للتدريب بمحاكاة المرتفعات على انها تعمل على تاخير ظهور التعب عن طريق تقليل تجمع حامض اللاكتيك وزيادة معدل التخلص منه .

### ٣- نظام الأكسجين: Oxygen System

ويتفق محمد نصر الدين (١٩٩٨) ، وأبو العلا عبد الفتاح (١٩٩٧) ، ومسعد علي محمود (١٩٩٧) على أن هذا النظام يقوم بإنتاج الطاقة عن طريق أكسدة (الطعام) المواد الكربوهيدراتية والدهون عن طريق أكسجين الهواء الجوى ونظرا لوجود الأكسجين وما يحتفظ به من الكربوهيدرات مخزونه على شكل جليكوجين فإن هذا النظام يعتبر مصدر الطاقة الأساسي في أنشطة التحمل التي تتميز بالشدّة الخفيفة أو المتوسطة والحجم الكبير (الاستمرار) . (٣٧ : ٤٩) ، (٧ : ٣٢) ، (٤١ : ١١٥)

ويتفق محمد نصر الدين (١٩٩٨) ، مسعد على محمود (١٩٩٧) على أنه لا يوجد نظام طاقة يمكن أن يكون هوائي كله (بحت) أو لا هوائي كله ولكن يدخل النظامين في نظام طاقة يطلق عليه النظام السائد للطاقة ( هوائي – لا هوائي – مختلط) وتشير لياقة الطاقة إلى قدرة الرياضي على التدريب في ظل نظام الطاقة السائد في رياضته لفترة طويلة من الوقت لتحسين الوظائف الدورية التنفسية وإحداث نوع من التكيف المزمّن للجهاز الدوري والجهاز التنفسي والجهاز العصبي والجهاز العضلي وإيجاد نوع من التوافق والترابط بين هذه الأجهزة . (٣٧ : ٥١) ، (٤١ : ١١٧)

ويؤكد السيد عبد المقصود (١٩٩٢) أنه لبناء القدرات اللاهوائية الخاصة يتم التركيز على واجبين أساسيين هما (١) الارتفاع بالإمكانات الوظيفية لعمليات الفوسفوكرياتين. (٢) تحسين العمليات الجلوكوزية . ويتم الوفاء بهذين الواجبين باستخدام التدريبات الأساسية لكل نشاط (الجري للاعبى ألعاب القوى – المصارعة للمصارعين – السباحة للسباحين ... الخ) وفي الحالات التي لا يمكن فيها أداء هذه التدريبات يستعان بوسائل أخرى . (١٠ : ٢٤٩)

وتوضح الدراسات العلمية الحديثة أن التدريب بمحاكاة المرتفعات يعمل على تحسين عمل وظائف الجهازين الدوري والتنفسي مما يؤدي إلى زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين  $VO_{2max}$  نتيجة زيادة كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين والهيماتوكريت وعليه يتحسن النظام الاكسجيني لانتاج الطاقة .

حيث تشير دراسة Rusko...et ، (٢٠٠١) Vogt...et al ، (٢٠٠١) Gundersen...et al ، (١٩٩٩)al ، (١٩٩٨) Chapman...et al أن تدريب المرتفعات يحسن من الحد الأقصى لإستهلاك الأوكسجين ، ويرجع هذا إلى زيادة كمية الهيموجلوبين والهيماتوكريت . (٥٩) ، (٧٨) ، (٧٣) ، (٥٢)

ويجب مراعاة أن الاستجابة لتدريب المرتفعات شيء فردي جداً ، وفي هذا الصدد يشير Levine & Gundersen (١٩٩٧) أن هناك العديد من التفسيرات لعدم التحسن والاستجابات الفردية لمستوى الـ  $VO_{2max}$  في مستوى سطح البحر بعد تدريب المرتفعات ، وهي :-

١- أن كتلة كرات الدم الحمراء لم تزيد أثناء تدريب المرتفعات حيث أوضحت الدراسات أن زيادتها ترتبط بوفرة الحديد وقدرة نخاع العظام على إنتاج خلايا الدم الحمراء ، وكذلك زيادة الضغط الجوي ومستوى نقص الأوكسجين الشرياني بالإضافة إلى الحامضية الزائدة .

٢- سرعة التدريب والحافز التدريبي يقلان أثناء تدريب المرتفعات ، فمنحنى معدل لاكتات الدم ومعدل نبضات القلب يتحرك ناحية اليسار خلال فترة الإقامة الكلية والسبب في زيادة تركيز لاكتات الدم هو قلة تشبع الأوكسجين في الدم.

٣- التدريب الزائد حيث أن التدريب في ارتفاعات عالية من الممكن أن يضغط على الرياضي حتى مرحلة الإعياء فيصبح غير قادر على الاستجابة بشكل إيجابي للحافز التدريبي . كما أن هرمونات الضغط من الممكن أن يكون لها تأثير سلبي على الاريثروبويسيس Erythropoiesis في نخاع العظام. (٦٣ : ٢٠٩)

ثانيا الدراسات السابقة :  
(١) الدراسات العربية :

م	رقم المرجع	السنة	الباحث	الهدف	العينة	المنهج	مدة الدراسة	اهم النتائج
١	٢٧	١٩٩٤	عادل حلمي شحاتة	التعرف على أثر تدريبات التحكم في التنفس على بعض المتغيرسات الفسيولوجية والمستوى الرقفي لمشسابقي ٨٠٠ متر جري .	٢٠ طالب	التجريبي	١٢ أسبوع	- حدوث تحسن واضمح في نتائج الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين والقدرة الهوائية واللاهوائية في ٨٠٠ متر عدو .
٢	٢٢	١٩٩٤	محمد أمين رمضان ، و أبو المكارم عبيد أبو الحمدة	التعرف على أثر تدريبات التحكم في التنفس على بعض مكونات الدم والقدرة الهوائية لمتسابقي ٨٠٠ متر جري .	٨ متسابقي ٨٠٠ متر جري	التجريبي	١٢ أسبوع	- تحسن المجموعة التجريبية في متغيرات الدراسة عن المجموعة الضابطة .
٣	١١	١٩٩٥	أشرف السيد أحمد سليمان	التعرف على تأثير تدريبات الهيبوكسليك على بعض المتغيرسات الفسيولوجية وزمن أداء عدو المسافات القصيرة بالمقارنة بالمتدربين التقليدي .	٣٠ طالب	التجريبي	١٢ أسبوع	- تحسن الكفاءة البدنية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين . - تطوير نتائج عدو ١٠٠٠ ، ٢٠٠٠ ، ٤٠٠٠ متر لمستخدمي تدريبات الهيبوكسليك عن التدريب التقليدي .

٤	٤٢	٢٠٠١	ملاك نجيب فرج الله	التعريف على تأثير تدريبات الهيوكسيك على تحمل السرعة والمستوى الرقمي لنادسي ٤٠٠ متر عدو	٢٢ طالبه	التجريبي	١٢ أسبوع	- زيادة كفاءة القدرة اللاهوائية . - تحسين تحمل السرعة . - تحسين زمن كتم النفس .
٥	٢٤	٢٠٠٣	سميرة محمد عرايبي	التعرف على أثر تدريبات الهيوكسيك في كل من الوسطين الأرضي والمائي على القدرة والإمكانية اللاكسجينية والمقارنة بين الوسطين .	٢٢ طالبه	التجريبي	-	- تدريبات الهيوكسيك في الوسط الأرضي تؤثر بشكل أفضل من الوسط المائي على القدرة والإمكانية اللاكسجينية .

## ٢ - الدراسات الأجنبية:

رقم المرجع	الصفحة	البيانات	الهدف	البيئة	النتيج	مدة الدراسة	اهم النتائج
٦	٦٣	Levin BD .. et al	التعرف على تأثير التاقلم مع المرتفعات والتدريب في المنخفض لدى صفوفه العدائين	٣٩ عداء (١٢+٢٧)	التجريبي	٢٨ يوم	- زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين. - زيادة حجم خلايا الدم الحمراء. - زيادة الاقتصادية في الجري
٧	٥٢	Chapman, R. F.,.. et al	التعرف على الاختلافات الفردية في الاستجابة لتدريب المرتفعات .	٣٩ عداء (١٢ + ٢٧)	التجريبي	٢٨ يوم	- المعيشة في ارتفاع عالي كافي لتحقيق زيادة $VO_{2max}$ كبيرة في EPO يؤدي إلى زيادة $VO_{2max}$ والحجم الكلي للخلايا الحمراء . - تحسن واضح في زمن ٥٠٠٠ متر عدو .
٨	٧٣	Rusko,H.K,.. et al	التعرف على تأثير المعيشة في نقص الاكسجين والتدريب في الاكسجين الطبيعي على $VO_{2max}$ وكتلة الخلايا الحمراء في مستوى سطح البحر .	٢٢ لاصب (٥ + ١٧)	التجريبي	٢٥ يوم	- زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين $VO_{2max}$ . - زيادة كتلة خلايا الدم الحمراء .

<p>- زيادة تحفيز إنتاج كرات الدم الحمراء . زيادة هامة في كمية الهيموجلوبين . - تحسن شامل في عوامل الدم المرتبطة بنقل الأكسجين والأداء .</p> <p>- IHT طريقة فعالة لمحاكاة تدريب المرتفعات</p>	٢١ يوم	التجريبي	١٠ لاعبين	التعرف على تأثير تدريب الهيبوكسيك على المتطلع IHT على عوامل الدم والأداء .	Hellmans, J., ... et al	١٩٩٩	٦٠	٩
<p>IHT- طريقة فعالة لمحاكاة تدريب المرتفعات وتعطي نتائج أفضل من تدريب المرتفعات الذي يؤثر سلبيا على الصحة العامة والوظائف الحيوية بالجسم .</p>	—	التجريبي	-	التعرف على الاختلافات بين تأثيرات IHT ونقص الأكسجين المستمر .	Powell .. et al	٢٠٠٠	٦٨	١٠
<p>- تحسين زمن سباق ٤٠٠ م .</p> <p>- تأخير ظهور اللاكتات في الدم .</p>	١٠ أيام	التجريبي	٨ عدائين	التعرف على فوائد المعيشة بأعلى والتدريب بأسفل على التدريب اللاهوائي في مستوى سطح البحر .	Nummela .., et al	٢٠٠٠	٦٧	١١

<p>- حقق ثلاث الرياضيين أفضل الأزمئة في سباق ٣٠٠٠ متر . - تحسن الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين VO<sub>2max</sub> .</p>	٢٧ يوم	التجريبي	٢٢ عداة (٨ + ١٤)	التعرف على تأثير تدريب المرئفات على صفوة العدائين من الرجال والنساء .	Gundersen, J.S, et al	٢٠٠١	٥٩	١٢
<p>- زيادة مستويات EPO إلى ضعف القيمة الابتدائية في مستوى سطح البحر. - ارتفعت نسبة الهيموجلوبين .</p>		التجريبي	-	التعرف على تأثير التاقم مع تدريب المرتفعات والتدريب في نقص الأكسجين	Levin BD .., et al	٢٠٠١	٦٢	١٣
<p>- المعيشة بأعلى والتدريب بأسفل يحسن الأداء الرياضي حيث تحسين نشاط EPO الذي يؤدي إلى زيادة في كتلة خلايا الدم الحمراء والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين .</p>		التجريبي	-					

<p>- التدريب والمعيشة في المرتفعات لا يحسن الأداء في مستوى سطح البحر حيث أن كثافة وحافز التدريب والأحمال التدريبية تقل مما يؤدي إلى تأثير مضاد حيث تقل السرعة ونتائج الطاقة وتقل تدفق الأكسجين وهذا لا يعطي أية ميزة لصفوة الرياضيين .</p> <p>- التأقلم مع تدريب المرتفعات يؤدي إلى تقليل الشهية ومنع تخليق البروتين وتقليل حجم العضلات والاستهلاك الأيضى.</p>				<p>التعرف على تأثير تدريب الهيبوكسيك المتقطع IHT والى أى مدى يمكن أن يحسن الأداء فى مستوى سطح البحر</p>	<p>Meuwse T .. et al</p>	<p>٢٠٠١</p>	<p>٦٥</p>	<p>١٤</p>
<p>ان طريقة تدريب الهيبوكسيك المتقطع IHT تحسن كل من أنظمة الإمداد بالطاقة الهوائية واللاهوائية.</p>	<p>١٠ أيام</p>	<p>التجريبي</p>	<p>١٦ عداه (٨+٨)</p>	<p>التعرف على تأثير تدريب الهيبوكسيك المتقطع IHT والى أى مدى يمكن أن يحسن الأداء فى مستوى سطح البحر</p>				
<p>- ان تدريب الهيبوكسيك المتقطع قلل ظهور اللاكتات فى كل الجسم خلال التريبات المكثفة.</p> <p>لم يحدث أى تغيير فى معدلات المضلات لايض اللاكتات وتنظيم درجة الأس الهيدروجين PH.</p>	<p>٢٠ يوم</p>	<p>التجريبي</p>	<p>٢٩ لاعب</p>	<p>التعرف على تأثير تدريبات الهيبوكسيك المتقطع IHT على حركة اللاكتات وقدرة الحيز فى العضلات.</p>	<p>Clark .. et al</p>	<p>٢٠٠١</p>	<p>٥٣</p>	<p>١٥</p>

١٦	٥٧	٢٠٠٢	Ge, RL, .. et al	التعرف على مستويات تركيز EPO ، التشبع الشرياني بالأكسجين ، وضغط الأكسجين في البول في ارتفاعات مختلفة	٢٤ لاصب	التجريبي	٦ ، ٢٤ ساعة في أربعة ارتفاعات مختلفة.	- زيادة ضغط الأكسجين في البول بعد ٦ ساعات في كل الارتفاعات وعلا التي ما كان عليه في بدايته خلال ٢٤ ساعة في الارتفاع المنخفضين ولكن بقي منخفضا في الارتفاعين الأعلى . - قل ضغط الأكسجين في البول بعد ٦ ساعات في كل الارتفاعات وعلا التي ما كان عليه في بدايته خلال ٢٤ ساعة في الارتفاع المنخفضين ولكن بقي منخفضا في الارتفاعين الأعلى . التشبع الشرياني بالأكسجين انخفض بشكل قليل بعد ٦ ساعات في الارتفاع المنخفضة ولكن قل بشكل أكبر في الارتفاعات العليا .
١٧	٧٦	٢٠٠٢	Schmidt .. et al	التعرف على تأثير التعرض المتقطع للمرتفعات على حجم الدم ونشاط EPO.	-	التجريبي	-	- زيادة حجم الدم وكرات الدم الحمراء وتركيز الهيموجلوبين والهيماتوكريت. زيادة نشاط EPO وحدوث انخفاض في حجم بلازما الدم.

### التعليق على الدراسات السابقة

اهتمت كثير من الدراسات العربية والأجنبية بدراسة تأثير تدريبات التحكم في التنفس على المرود البدني - الوظيفي لأجهزة الجسم الحيوية ، وقد توصل الباحث إلى ( ١٤ ) ثمانية عشر دراسة أجنبية ، وذلك خلال الفترة الزمنية من سنة ١٩٩٧ وحتى سنة ٢٠٠٣ م .

وإذا تأملنا هذه الدراسات وما تتضمنه من برامج وما توصلت إليه من نتائج لوجدنا أنها مغايرة لجميع الدراسات العربية التي أجريت في مصر حيث أستطاع الباحث التوصل إلى ( ٥ ) سبعة دراسات عربية ، وذلك خلال الفترة الزمنية من سنة ١٩٩٣ وحتى سنة ٢٠٠٣ م .

وكان أهم اختلاف واضح بين الدراسات العربية والأجنبية حول مدة البرنامج التدريبي حيث أن معظم الدراسات العربية أجمعت على أن البرنامج التدريبي باستخدام تدريبات التحكم في التنفس يجب أن يستمر لمدة ( ١٢ ) اثنا عشر أسبوعاً ولا تقل عن ( ٨ ) ثمانية أسابيع ، في حين أن الدراسات الأجنبية أجمعت على أن برنامج تدريبات التحكم في التنفس الجرعة المثالية له ( ٤ ) أربعة أسابيع وكانت أقل مدة دراسة استغرقت ما بين ٦ - ٢٤ ساعة في أربعة ارتفاعات مختلفة ، وقد تبني الباحث الفكر الأجنبي لمدة ٤ أسابيع بعدها يتم القياس البعدي وإذا لم تظهر نتائج سوف يستمر البرنامج لمدة ١٢ أسبوع على ان يتبع نهج الدراسات العربية .

وقد أجريت هذه الدراسات على عينات مختلفة منها العدائين والسباحين والغواصين وذو الكفاءات العالية ومن طلاب الجامعات وأيضاً أفراد عاديين وذلك من الجنسين ومن بيئات مختلفة ( عربية - أجنبية ) ، وتعتبر هذه أول دراسة عربية وأجنبية في كرة القدم تتعرض لتدريبات محاكاة المرتفعات في حدود علم الباحث .

وكانت أهم النتائج التي توصلت إليها تلك الدراسات أن تطبيق تدريبات التحكم في التنفس تؤثر تأثيراً إيجابياً حيث تطوير النواحي البدنية - الوظيفية مما ينعكس على تحسين القدرات الهوائية واللاهوائية .

كما أوصت تلك الدراسات بالتغيير المستمر في شدة حمل تدريبات التحكم في التنفس لحدوث عملية التكيف ، ومراعاة استخدامها في فترة الإعداد الخاص ، وكذلك عدم المبالغة في استخدامها عند ظهور الأعراض الخاصة بحالة الهيبوكسيا .

١٨	٦١	٢٠٠٣	Katayama .. et al	التعرف على تأثير تدريبات الهيبوكسبيك المتقطع IHT على أداء التحمل	٢ (لاعب ٦+٦)	التجريبي	٢١ يوم	- IHT يزيد من أداء التحمل والكفاءة الميكانيكية خلال التدريبات بالحد الأول من الأقصى في مستوى سطح البحر. - تحسين زمن ٢٠٠٠ متر ووقت الجري حتى الاجتهاد.
١٩	٧٥	٢٠٠٣	Saunders.. et al	التعرف على تأثير تدريبات الهيبوكسبيك IHT على اقتصاديية الجري لدى صنفوة العدائين	٢٢ عداء	التجريبي	٢٠ يوم	- تحسين اقتصاديية الجري . - زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين VO <sub>2max</sub> . - زيادة التهوية الرئوية . - تأخر ظهور اللاكتات في الدم .