الفصل الثانى
القراءات النظرية والدراسات السابقة

أولاً : القراءات النظرية:

- تدريب المرتفعات وأهميته.
- أهمية تدريبات الهيبوكسيك وتأثيراتها .
- المتطلبات الوظيفية المؤثرة على مستوى الأداء البدني والحركي للاعبي 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 الأكسجين .
- 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 الأكسجين 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 وفى كل الحالات ٩٣, ٢٠ % 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 فى المرتفعات المتوسطة والعالية ، وذلك بسبب انخفاض الضغط الجوى مع انخفاض ضغط الأكسجين مما يؤدى إلي قلة كميته فى الدم ، ويصاحب ذلك نقص كمية الأكسجين فى الدم وزيادة سرعة التنفس وضربات القلب ومن ثم يصاحب ذلك هبوط فى نشاط الأعضاء الحسية .

ويؤدى التكيف على الحياة فى المرتفعات إلى زيادة عدد الكرات الحمراء فى الدم من ٥-٦ ملايين لتصل إلى ٧-٨ ملايين فى المليمتر 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 مقدارا من الماء لتعويض الماء المفقود ، وبذلك يفقد الجسم ٣ – ٤ كيلو جرام خلال ١٢ يوما . (٩ : ٢٦٦)

ويضيف ماك آردل وآخرون Mc Ardle ,.. et al (١٩٩٦) ،ولسكى وأخرون 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 ٣٠٤٨متر يكون ٥١٠ ملم/ زئبقي هذا على الرغم من أن الهواء فى مستوى سطح البحر يحتوى 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 حوالى١٥٠ملم/ 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 فى المرتفعات وتنحصر في الآتي:

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

حيث أن هذه التغيرات تتأثر جميعها سلبيا (بالنقص) فى الأماكن المرتفعة عن سطح البحر فيما عدا درجة الأشعة فوق البنفسجية فهي المتغير الوحيد الذى 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 دمجهما في أنظمة التدريب لصفوة الرياضيين في محاولة لتحسين الأداء في مستوى سطح البحر . (٧٩ :٢٥١)

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

ويذكر ادموند بورك **Burke** (٢٠٠٢) أن استخدام تدريب المرتفعات لزيادة أداء تحمل فى 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)

هـذا ويـذكر **محمـد عثمـان** (٢٠٠٠) نقلا عن العديد من العلماء أن هناك بعض التغيرات البيوفسيولوجية المرتبطة بالإقامة والتدريب فى المرتفعات ، وتتلخص فى النقاط الآتية:

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

ويوضح بورك **Burke** (٢٠٠٢) أنه أصبحت هناك بعض الأماكن ذائعة 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)

<u>*اهمية تدريبات الهيبوكسيك و تأثيراتها :</u>

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 قت 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 رودريجرز 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 فى الدقيقة.
- زيادة فى سرعة التنفس.
- زيادة فى عمق التنفس. (٤٤ : ٣١)

ويلخص الباحث نتائج الدراسات التي أجريت لمعرفة تأثير تدريبات الهيبوكسيك على الاستجابات الفسيولوجية فى الأتي:

- 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 فى مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين VO_{2max} فى الدقيقة للمجموعة التي تستخدم تدريبات الهيبوكسيك بالمقارنة بالنسبة للمجموعة التي يتم تدريبها بأسلوب التنفس الطبيعي بالإضافة إلى أنه يؤدى إلى زيادة عدد كرات الدم الحمراء ومقدار الهيموجلوبين الأمر الذي يكون له أثره في ارتفاع نسبة التقدم عند اللاعب .
- استخدام تدريبات الهيبوكسيك يؤدى إلى ادخار الوقت الكلي المستغرق في التدريب بنسبة ٢٥% بينما الوقت المستغرق عند تنفيذ التدريب التقليدي للوصول إلى مستوى جيد للأداء الرياضي يكون طويلا نسبيا .

ويضيف محمد عثمان (٢٠٠٠) انه يمكن حصر أعراض الهيبوكسيك فى الأتي :

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

*** المتطلبات الوظيفية المؤثرة على مستوى الأداء البدنى والحركى للاعبى كرة القدم :**

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

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

كما أن زمن المباراة الذى يبلغ ٩٠ دقيقة يتحرك خلالها اللاعب باستخدام العدو والجرى تارة والمشى تارة اخرى ، يؤدى إلى تنوع نظم إنتاج الطاقة بالجسم مابين الطاقة اللاهوائية عند أداء الحركات السريعة القوية ، والطاقة الهوائية عند أداء الأنشطة المستمرة لفترة طويلة ، وهذا يلقى عبئا فسيولوجيا على الجهاز العضلى والجهازين الدوري والتنفسي ، وقدرة الجسم على استهلاك الأكسجين ، وسرعة عمليات الاستشفاء التى تتم خلال فترات انخفاض معدل اللعب أثناء المباراة نفسها ، ولذلك فان طبيعة الأداء المهارى فى كرة القدم هى التى حددت المتطلبات الفسيولوجية واختلافها تبعا لاختلاف معدل اللعب خلال المباريات المختلفة والتى يجب أن تكون أساسا لتدريب لاعبى كرة القدم .(٩ : ٢٣ ، ٢٤)

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

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

ومن خلال قراءات الباحث فان الارتقاء بمستوى اى من هذه العوامل يؤدى الى ارتفاع مناظر فى العتبة الفارقة اللاهوائية .

وهذا يتفق مع ما ذكره **أبو العلا عبد الفتاح ، إبراهيم شعلان** (١٩٩٤) أن تنمية الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين لها أهمية كبرى للاعب كرة القدم ليس لكونها فى حد ذاتها هامة للقدرة الهوائية ، ولكن أيضا لتأثيرها المباشر وعلاقتها بالعتبة الفارقة اللاهوائية التى تكون هى العامل الرئيسى الذى يعتمد عليه اللاعب خلال مدة المباراة . (٩ : ٢٢١)

*** الاستجابات الفسيولوجية المرتبطة بأداء الحمل البدني للاعبي 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 توالى عمليات الانقباض والانبساط لعضلة القلب ، ويبلغ معدل نبض القلب لدى الطفل المولود حديثا حوالي ١٢٠ نبضة / الدقيقة .(٣٣: ٢٢٦ ، ٢٢٧) ، (١٩: ٢٦٠)

ويشير **أبو العلا عبد الفتاح (١٩٩٤)** إلى أن قياس معدل نبض القلب من ابسط القياسات الفسيولوجية المستخدمة للمدرب وللاعب على السواء ، فيستخدم للتعرف على مدى ملائمة الحمل البدنى لمستوى الحالة التدريبية ، وكذلك تحديد فترات الراحة البينية اللازمة للاستشفاء ، إلى جانب تقنين فترات الراحة خلال التدريب ، وأيضا تحديد شدة الحمل الملائمة ، حيث يرتبط معدل نبض القلب بمستويات التدريب الهوائية بصفة أساسية مثل الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين 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 الأكسجين ، أي أن معدل نبض القلب يتناسب طرديا مع الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ، 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 المفلطحة 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 يوما 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 الذكرى التيستوسيترون 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) نقلا 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 جراما 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)

أعراض وعلامات انخفاض نسبة الهيموجلوبين فى الدم:

و يذكر **حسن فكرى منصور (٢٠٠٠)** ان اعراض وعلامات انخفاض نسبة الهيموجلوبين فى الدم هى 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 أستمر نقص 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 كالملعقة وتعرف باسم تقعر الأظافر ، ويضيف أن الشاي يقلل من سرعة امتصاص الحديد الموجود فى أطعمة الوجبة نتيجة لإحتوائة على حامض التانيك Tannic Acid لذلك ينصح الأطباء بعدم تناول الشاي والقهوة بعد الطعام مباشرة حتى لا يؤدى ذلك إلى عدم إمتصاص 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 ١٢ B، 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 البدنى ، وتلاحظ هذه الاستجابات بعد الأداء البدنى 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 البدنى ، ذو الشدة العالية وفترة الدوام الطويلة .

٣- النوع الثالث :

تظهر الاستجابات في النوع الثالث من الأحمال البدنية في هبوط وظائف أعضاء تكوين الدم ، مما يؤدى 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 اللاهوائى ، وفى المقابل فان 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 وفترات 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 الراضيين 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 الاكسجينية للدم ، ومن ثم تأخير التمثيل اللاهوائى ، 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 يؤدى إلى تكسيرها ومن ثم محاولة الجسم التخلص منها بعد تلفها .

وهنا يجب على المدرب مراجعة الحمل البدنى وإعادة تقنينه حتى لا يمثل ضغوطا زائدة ، وفى المقابل فان التقنين الجيد للأحمال البدنية من خلال عدم احتواء عينات البول لكرات الدم الحمراء ونسبة من الهيموجلوبين يعنى 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 دهيدروجينز العضلي (M-LDH) يتكون حمض اللاكتيك بالجسم ، و يبين أن حمض اللاكتيك واللاكتات هما مركبين مختلفين ، فحمض اللاكتيك عبارة عن حمض والتركيب الكيميائي له ($C_3H_6O_8$) ، 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 ملليلتر (حوالي من ١- ٢ ملي مول / لتر) ، وتزيد هذه النسبة مع زيادة أداء الأنشطة البدنية ذات الشدة العالية ، ولا تحدث زيادة كبيرة في تركيز حمض اللاكتيك بالدم أثناء الأداء البدنى 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 ، وفى الآونة الأخيرة استطاع الباحثون الربط بين معدل تراكم حمض اللاكتيك ، ومعدل الأداء البدنى ، وعلاقتهما بالتكيف لأداء الأحمال التدريبية المختلفة ، فتراكم حمض اللاكتيك فى الدم يعتبر مؤشرا جيدا للتعرف على التقدم والتحسن في الأداء بعد الاشتراك في الحمل البدنى ، وكذلك تحديد مظاهر التدريب ، ولذلك أصبح من الضروري التعرف على أسباب حدوث عتبة اللاكتات Lactate Threshold ، وهى 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 الموضوعة . (١٥ : ٢٠٥)

ويضيف محمد على القط (٢٠٠٢) أن حمض اللاكتيك الذى ينتج أثناء التدريب البدنى يتراكم في العضلات العاملة ، وعندما تصل نسبة تراكمه إلى حد معين تحدث الحمضية ويقل معدل الجلكزة اللاهوائية فيحدث التعب ، وتظهر ثلاث طرق هامة لتأخير التعب الناتج عن تراكم حمض اللاكتيك ، وهى:

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 البدنى 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 الجلكزة اللاهوائية الأكثر استخداما أثناء تدريبات السرعة .

٢- توفير المادة :

إن التغير في مستويات الجلوكوز والأنسولين بالدم يعمل على زيادة تحفيز عمليات الجلكزة ، وزيادة حمض اللاكتيك بالدم ، والى جانب ذلك فان زيادة مستويات الأحماض الحرة أثناء التدريب البدنى 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 المسؤل 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 البدنى أثناء درجة الحرارة المرتفعة يحدث نقصا 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 البدنى في الجو البارد. (١٥ : ٤٤-٢٥٣)

- **حمض اللاكتيك والأحمال 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 الأكسجين (لا هوائي) ، ويلاحظ أن الشخص المدرب ينتج كمية اقل 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 اكبر 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 الأكسجين ، وهذا يفسر نقص نسبة تراكم حمض اللاكتيك بالدم . (٢١ : ٣٩)

*** الاستجابات الفسيولوجية لتدريبات التحكم فى التنفس للاعبى كرة القدم :**

يرى الباحث أنه عند تعرض لاعب كرة القدم إلى تدريبات التحكم فى 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 يؤدى إلى دفع العمليات البيوفسيولوجية واستثارتها بهدف إعادة التوازن المشار إليه مرة أخرى لحالته الطبيعية.

وفيما يلي قام الباحث بعمل مسح مرجعي للدراسات والبحوث العلمية التى تعرضت لتدريبات التحكم فى 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 الآتي:

(١) **التغيرات في التهوية الرئوية :**

يذكر استراند ، رودهال Astrand & Rodahl (١٩٨٨) أن هناك زيادة فى نسبة عمل التهوية الرئوية التى تؤدي إلى زيادة فى ضغط الأكسجين ونقص فى ضغط ثاني أكسيد الكربون (PCO_2) للهواء الحويصلى .كما أن التهوية الرئوية تعطي نفس الأحجام من الأكسجين المستهلك فى الأفراد المتأقلمين مع الارتفاعات المختلفة لمدة (٤) أسابيع ، وهذا يعنى أن عدد جزيئات الأكسجين 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 الأكسجين وذلك عن طريق المتغيرات الكيميائية الخارجية الواقعة فى قوس الأورطى وتفرع الشرايين السباتيه فى الرقبة ، كما أن نقص ضغط ثاني أكسيد الكربون يقلل من دفع المستقبل الكيميائي المركزي بسبب زيادة القلوية (p H) ، 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 والناتج القلبي فى المرتفعات من الممكن أن يزيد بمقدار ٥٠% فوق قيم مستوى سطح البحر بينما يبقى حجم ضربة القلب بدون تغير ،والزيادة فى تدفق الدم فى الارتفاع تعوض نقص الأكسجين الجزئي فى الدم الشرياني وهذا يعني أن الحد الأقصى للتدريبات على سبيل المثال يمثل ٥٠% من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (VO_{2max}) فى مستوى سطح البحر والذي يكافىء ٧٠% للقدرة الهوائية فى ارتفاع (٤٣٠٠) متر .

كما أن النظام الأيضى والدوري التنفسي فى 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 ولسكى 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) طبيعيا ، وبيكربونات الدم هي المصدر الأولى لحامض اللاكتيك lactic Acid فأثناء التعرض المزمن لنقص الأكسجين فإن إفراز العضلات للاكتات يقل فى الدم ، ويتم استعادة (pH) الطبيعية من خلال زيادة القلوية فى الجهاز التنفسي والتى تمكن من زيادة التهوية حتى تصل إلى مستويات أعلى لتكون متعادلة مع نقص الأكسجين فى المرتفعات . (٧٩: ٢٥٣) ، (٦٤: ٤٨٤)

(٤) التغيرات العضلية :

هناك القليل من الدراسات التي أجريت بهدف مقارنة تأثيرات التدريب فى المرتفعات، وفى مستوى سطح البحر على أيض العضلة، ويشير McArdle...et al (١٩٩٦) أن تركيز مادة ثاني وثالث ديفيسفو جليسرات والتي تنتج داخل خلية الدم الحمراء قد زادت خلال التفاعلات اللاهوائية وأن منحني انفصال الهيموجلوبين يتحرك ناحية اليمين ، وفى 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 فى قدرة المنظمات الحيوية للعضلة (كيميائية – بيكربونات – الفوسفات والبروتين) والتي تتحكم فى نوعية توازن (القاعدة–الحمض) فى كلا من العضلة التوأمية للساق والعضلة الخلفية العضدية بعد أسبوعيين من البقاء والتدريب فى ارتفاع (٢١٠٠ – ٢٧٠٠) متر، وفي دراسة أخرى Mizuno...et al (١٩٩٠) وجدوا ارتباطا إيجابيا بين الزيادة النسبية فى قدرة المنظمات الحيوية Buffers والجري لمدى قصير فى الارتفاع وكان هناك نقص فى نشاط إنزيمات الميتوكوندريا . (٦٦ : ٤٩٦ ، ٤٩٨)

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

بالإضافة إلى ذلك قام تيرادوس **Terrados** (١٩٩٢) بدراسة تأثيرات التدريب فى ارتفاع متوسط (٢٣٠٠) متر على أيض العضلة. المشاركون الذكور كانوا يدربون رجلا واحدة فى ظروف الأكسجين الطبيعي Normoxic ، والرجل الأخرى فى ظروف نقص الأكسجين Hypoxic من ٤:٣ مرات أسبوعيا ولمدة ٤ أسابيع. فوجدوا زيادة فى الميوجلوبين وفى نشاط الإنزيمات المؤكسدة Oxidative ، ونقص فى نشاط إنزيم الجليكوليتك Glycolytic فى الرجل التي تدربت فى 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 فى حجم البلازما ، وزيادة فى كتلة خلايا الدم الحمراء . خلال الأيام الأولى فتصبح خلايا الدم الحمراء أكثر تركيزا فى البلازما بسبب فصل السائل من الفراغ داخل الأوعية إلى الفراغات بين النسيج الخلوي وداخل الخلية،وهذا النقص فى 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 فى حجم البلازما بنسبة ٢٥% تقريبا فى خلال من (٨ :١٠) أيام الأولى وأن الرياضيون الذين يتدربون فى ارتفاع متوسط لمدة ٣ أسابيع تقريبا يبدو أن حجم البلازما لديهم يكون طبيعيا فى خلال ٦ أيام ، كما أن تركيز كرات الدم الحمراء يسمى " هيماتوكريت Haematocrit" .

وهناك زيادة فى الهيموجلوبين والتي تحدث تقريبا بعد (٤- ٧) أيام من التعرض لنقص الأكسجين، كما أن هناك زيادة حقيقية للهيموجلوبين بنسبة ١% أسبوعيا ، وأن الاختلاف الطبيعي بين السكان الدائمين عند مستوى سطح البحر وفى (٢٥٠٠) متر فوق مستوى سطح البحر تم تقديره بـــ١٢% ولهذا فإن وقت التأقلم اللازم هو (١٢) أسبوع وهذه مدة أطول بكثير حيث أن معظم دراسات تدريب المرتفعات تقترح أن الزيادة الكبيرة فى مستويات الهيموجلوبين بعد (٢-٣) أسابيع . (٤٩ : ٢٩١-٢٩٢)

ويذكر روسكو **Rusko** (١٩٩٦) أن النقص فى حجم البلازما يرجع إلى الزيادة الحقيقية فى مستوى الهموجلوبين والذي يعمل على تحسين الأداء الرياضي . كما أن الزيادة العددية فى خلايا الدم الحمراء يتم عن طريق تحفيز هرمون الإريثروبيوتينEPO والذي يفرز من الكلى وأنه يزداد إنتاجه فى نخاع العظام الطويلة عند الوصول إلى المرتفعات والبقاء فيها لعدة أيام ، وأن الزيادة الأولية لـ EPO يتبعها نقص فى معدله بعد حوالي أسبوع 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 وجدا 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 . (٦٤ :٤٨٧)

(٦) التكيفات الخلوية:

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

(٧) التغيرات فى كتلة الجسم وتركيبه:

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

(٨) الاستجابات الهرمونية :

فى 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 , الكورتزول وهرمون النمو جميعها تزيد بشكل أكثر عند التعرض لنقص الأكسجين أكثر من زيادتها خلال التدريب فى ظروف توفر الأكسجين واعتقدا أن هذه التغيرات تؤدى إلي استخدام FFA خلال التدريب مع توفير جليكوجين العضلة. (٤٦ : ٦٨٧)

(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 فى الارتفاعات فوق (٣٠٠٠)متر ويبدو أنها تستمر طوال فترة الإقامة فيها.(٦٤ :٤٩١)

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

(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 فى 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)

فى ضوء ما سبق يتضح لنا أن أقوى المتغيرات المؤثرة على العمليات البيوفسيولوجية هى انخفاض معدل الأكسجين من خلال التنفس الخارجي وأن هذه العمليات تستهدف فى 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 فى 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) تؤدى إلى خضوع أجهزة الجسم البشرى إلى حمل بدني فسيولوجي من شأنه إحداث تغييرات فورية مرتبطة نتيجة للتعرض المفاجئ للتغيرات الفيزيائية فى هذه المناطق. (٤٩ : ٢٩٥) ، (٧٤ : ٥٠) ، (٧٩ : ٢٦٢) ، (٥٩) ، (٧٨) ، (٧٣) ، (٥٢)

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

كما تحدث زيادة فى كفاءة عمل الشعيرات الدموية من خلال تفتح وزيادة اتساع وتعرجات هذه الشعيرات كأحد المظاهر المصاحبة لتعويض الانخفاض الحادث فى الأكسجين عند التعرض لتدريبات التحكم فى 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 تؤدى أيضا إلى تنشيط الدورة الدموية فى منطقة الرئتين ، مما يؤدى بالتالي إلى الارتقاء بمستوى أداء عمليات استهلاك الأكسجين ، وزيادة كمية الدفع القلبي فى الدقيقة نتيجة للزيادة الواضحة فى معدل ضربات القلب ، وعدم التغير فى كمية الدم المدفوعة فى الضربة الواحدة. (٣٤: ١٣٤)

استهلاك الأكسجين:

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

والأهم من هذا هو كفاءة القلب والأوعية الدموية على حمل أكبر قدر من الأكسجين إلى خلايا الجسم, لذا فإن اختبار الجهد يقصد به أساسا قياس قدرة الفرد على استهلاك الأكسجين واستخدامه من خلال جهد عضلي كالمشي أو الجري وقد تم إنتاج أجهزة علمية لقياس أقصى استهلاك للأكسجين أو ما يعرف بـ $VO_{2\ max}$, وهو اختبار يؤدي للأصحاء الرياضيين القادرين على بذل عال, أما الأشخاص الأصحاء غير المدربين تدريبا عاليا فيكفي التنبؤ بقدرتهم من خلال اختبار لا يدفعهم للوصول لأقصى جهد أو لمرحلة الإنهاك والتعب, وهو ما يعرف بالحد الأقل من الأقصى لاستهلاك الأكسجين $VO_{2sub-max}$ 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 لزمن محدد. (٣٠: ١١٩-١٢٠)

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

وجميعنا يمتلك قدرة محددة لاستهلاك الأكسجين, وهذه القدرة تسمى بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ويرمز لها $VO_{2\ max}$ وإذا وضعت نقطة فوق حرف الـ V فالمقصود بها أستهلاك الأكسجين في الدقيقة ويجب أن يحسب الـ$VO_{2\ max}$ بعدد المليلترات من الأكسجين المستهلك لكل كيلو جرام من وزن الجسم كل دقيقة وتكون وحدة قياسه (ml/kg/min) ويتحدد ذلك بشكل أساسي وفقا للاختلافات في حجم الجسم فمثلا الشخص الضخم الذي يستهلك ٤ لتر أكسجين / دقيقة ، ولكونه يمتلك عضلات كبيرة الحجم فإن نصيب كل كيلو جرام من العضلات من الأكسجين سيكون أقل من الشخص الأقل حجما والذي يمتلك نفس القدرة من استهلاك الأكسجين. (٣٦ : ١٩-٢٠)

ويذكر **طلحة حسام الدين وآخرون (١٩٩٧)** أنه قد لوحظ أن الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين في لاعبي رياضات التحمل يعتبر مرتفعا عن غيره من الرياضات والمقدار الكبير من الأكسجين المطلوب في أنشطة التحمل يتم الحصول عليه عن طريق كل من زيادة معدل سريان الدم وكذلك معدل استخلاص الأكسجين من الدم ، والقدرة على الإمداد بالأكسجين يمكن التعرف عليها عن طريق معدل سريان الدم بمقدار الأكسجين الذي يمكن أن يحمله الدم في كل لتر(الأكسجين الوريدي) وقابلية الأنسجة على الحصول على مقدار إضافي من الأكسجين خلال مرور الدم فيها ، وعملية استخلاص الأكسجين هي عبارة عن الفرق بين محتويات كل من الأوردة والشرايين المتصلة بها من الأكسجين. 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 التى تحسن استهلاك الأكسجين:
Adaptations in Muscle Cells That Improve Oxygen Consumption

يذكر **محمد على القط (١٩٩٩)** أن الأكسجين ينتشر فى الخلايا العضلية حيث ينتقل إلى الميتوكوندريا من خلال سركوبلازم الخلايا عن طريق الميوجلوبين ، حيث يستخدم فى تمثيل حمض البيروفيك أثناء دورة حمض الستريك Citric Acid Cycle .

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

ويضع الشروط التالية لتحسين مستوى الـ VO_{2max} وهى :
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 الأكسجين صادقة وحقيقية لا بد أن يشارك فى العمل العضلي أكثر من ٥٠ % من عضلات الجسم . (٣٦ :٥٤ , ٥٩)

العتبة الفارقة اللاهوائية واللاكتيكية وعلاقتها بالتنفس للاعبى كرة القدم :

يذكر **طلحة حسام الدين (١٩٩٧)** أن عمليات تقييم استجابة لاكتيك الدم للتدريب تعتبر من العمليات الروتينية التى 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 التى تحدث فى الرئتين من الممكن أن تستخدم لتحديد لحظة الكسر اللاكتيكية أو بمعنى آخر لحظة بداية التمثيل الغذائي لحامض اللاكتيك، ونظراً إلى أن حامض اللاكتيك لا يستمر على حالته لفترة طويلة ولكنه يتحول بمجرد تكونه إلى لاكتيت وأيون هيدروجين فإنه من المفضل استخدام مصطلح لاكتيت العضلة أو لاكتيت الدم بدلاً من مصطلح حامض اللاكتيك فى الدم أو فى 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 الأكسجين المستخدم لمستوى تستكمل فيه الطاقة المطلوبة عن طريق النظم اللاهوائية.

وقد افترضا أنه فى بعض الأحيان قد يصل الحال الى بذل مجهود يفوق معدل إمداد ميتاكوندريا العضلة بالأكسجين ، وهذا الخلل فى عملية الإمداد بالأكسجين يؤدى الى زيادة التحول اللاهوائى للبيروفيت الى لاكتيت داخل (ستيوسول) " العصارة الخلوية داخل الخلية "، ونظرا الى ان PK لحامض اللاكتيك منخفضة فانه يتحلل ويتبادل عن طريق النظام الكربوني ، مما يؤدى الى تكون ثاني أكسيد الكربون نتيجة لعملية التعادل التى تحدث للاكتيت .

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

ويرى عدد من العلماء أن استخدام المجهود الذى يؤدى فى حالة الاستقرار Stady State لا يؤدى إلى زيادة لاكتيكية الدم فى العضلة إذا ما كان معدل الشغل المبذول فى حدود٥٠ – ٦٠ % من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ، مما يدعم فكرة أن ارتفاع لاكتيكية الدم هو نتيجة لبداية زيادة إنتاج اللاكتيت فى العضلة.(٢٥ : ٢٨)

*** تاثير التدريب بمحاكاة المرتفعات على نظم انتاج الطاقة وعلاقتها بالحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين للاعبى كرة القدم :**

١- النظام الفوسفاتى : (ATP- PC)

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

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

٢- نظام حامض اللاكتيك : (Lactic Acid System)

يتفق كمال درويش وآخرون (١٩٩٨) ، و طلحة حسام الدين (١٩٩٤) على أن تراكم حامض اللاكتيك فى العضلات من العوامل الرئيسية لظهور التعب العضلي و ذلك نتيجة تكوين أيونات الهيدروجين التى تغير من قلوية وسط الدم إلى الحمضية مما يؤدى إلى هبوط كفاءة الأداء. (٣١ : ٤٠) ، (٢٦ : ٨٦)

ويتفق عمرو السكري ،وسعيد إمام (١٩٩٦) على أن الحمضية العضلية تعتبر العامل الأساسي في ظهور التعب و خاصة فى تدريبات التحمل و ذلك نتيجة تراكم حامض اللاكتيك فى العضلات و ينتقل حامض اللاكتيك من الخلايا العضلية إلى الدم حيث يصل إلى جميع أجزاء الجسم وإذا زادت نسبة حامض اللاكتيك عن حد معين يؤدى 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 التى تؤدى بشدة مرتفعة فى 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) ، و روبرجس ، سكوت Robergs & Scott (١٩٩٩)** على أن حامض اللاكتيك عنصرا هاما لتوفير الطاقة اللازمة للعضلات و ينتج حامض اللاكتيك من الجلكزة اللاهوائية للجلوكوز (سكر الدم) الذي يصل إلى العضلات عن طريق الدم أو يأتيها عن طريق الجليكوجين المخزون بالعضلة ، و يقصد بالجلكزة اللاهوائية أكسدة السكر فى غياب أكسجين الهواء الجوى و يحدث ذلك عندما يكون أكسجين الهواء الجوى الواصل إلى العضلة غير كاف فى الأنشطة عالية الشدة التى تستغرق و قت 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 البدنى اللاهوائى يتحول إلى حمض بيروفيك مرة أخرى ثم يتكسر فى وجود الأكسجين داخل الميتاكوندريا ليعطى طاقة جديدة بالإضافة إلى $H_2O - CO_2$ كما يمكن أن ينفذ حامض اللاكتيك خارج العضلة لكى 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 لكى تستخدمه فى 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 الرياضى يشعر بالتعب أثناء التدريب والمنافسة هو زيادة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم ، وتتوقف نسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم تحت تأثير عاملين: أولهما هو معدل إنتاج حامض اللاكتيك فى العضلات نتيجة التمثيل الغذائى اللاهوائى للجليكوجين ، وثانيهما هو معدل التخلص من حامض اللاكتيك الزائد فى 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 التالى 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 على 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 الأساسى فى أنشطة التحمل التى تتميز بالشدة 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 فى نظام طاقة يطلق عليه النظام السائد للطاقة (هوائي – لا هوائي – مختلط) وتشير لياقة الطاقة إلى قدرة الرياضى على التدريب فى ظل نظام الطاقة السائد فى رياضته لفترة طويلة من الوقت لتحسين الوظائف الدورية التنفسية وإحداث نوع من التكيف المزمن 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 للاعبي ألعاب القوى – المصارعة للمصارعين – السباحة للسباحين ... الخ) وفى الحالات التى 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 الدورى والتنفسى مما يؤدى الى زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين VO_{2max} نتيجة زيادة كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين والهيماتوكريت وعليه يتحسن النظام الاكسجينى لانتاج الطاقة .

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

ويجب مراعاة أن الاستجابة لتدريب المرتفعات شئ فردى جداً ، وفى هذا الصدد يشير **Levine & Gundersen** (١٩٩٧) أن هناك العديد من التفسيرات لعدم التحسن والاستجابات الفردية لمستوى الـ VO_{2max} فى مستوى سطح البحر بعد تدريب المرتفعات ، وهى :-

١- أن كتلة كرات الدم الحمراء لم تزيد أثناء تدريب المرتفعات حيث أوضحت الدراسات أن زيادتها ترتبط بوفرة الحديد وقدرة نخاع العظام على أنتاج خلايا الدم الحمراء ، وكذلك زيادة الضغط الجوى ومستوى نقص الأكسجين 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 فى زيادة تركيز لاكتات الدم هو قلة تشبع الأكسجين فى الدم.

٣- التدريب الزائد حيث أن التدريب فى 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 فى نخاع العظام. (٦٣ : ٢٠٩)

ثانيا الدراسات السابقة :

(١) الدراسات العربية :

م	رقم المرجع	السنة	الباحث	الهدف	العينة	المنهج	مدة الدراسة	أهم النتائج
١	٢٧	١٩٩٤	عادل حلمى شحاتة	التعرف على أثر تدريبات التحكم فى التنفس على بعض المتغيرات الفسيولوجية والمستوى الرقمي لمتسابقي ٨٠٠ متر جري .	٢٠ طالب	التجريبي	١٢ أسبوع	- حدوث تحسن واضح فى نتائج الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين والقدرة الهوائية واللاهوائية فى ٨٠٠ متر عدو .
٢	٣٢	١٩٩٤	محمد أمين رمضان ، و أبو المكارم عبيد أبو الحمد	التعرف على أثر تدريبات التحكم فى التنفس على بعض مكونات الدم والقدرات الهوائية واللاهوائية لمتسابقى ٨٠٠ متر جري .	٨ متسابقى ٨٠٠ متر جري	التجريبي	١٢ أسبوع	- تحسن المجموعة التجريبية فى متغيرات الدراسة عن المجموعة الضابطة .
٣	١١	١٩٩٥	أشرف السيد أحمد سليمان	التعرف على تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات الفسيولوجية وزمن أداء عدو المسافات القصيرة بالمقارنة بالتدريب التقليدي .	٣٠ طالب	التجريبي	١٢ أسبوع	- تحسن الكفاءة البدنية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين . - تطوير نتائج عدو ١٠٠ ، ٢٠٠ ، ٤٠٠ متر لمستخدمي تدريبات الهيبوكسيك عن التدريب التقليدي.

٤	٤٢	٢٠٠١	ملاك نجيب فرج الله	التعرف على تأثير تدريبات الهيبوكسيك على تحمل السرعة والمستوى الرقمي لناشئ ٤٠٠ متر عدو		التجريبي	١٢ أسبوع	- زيادة كفاءة القدرة اللاهوائية . - تحسن تحمل السرعة . - تحسن زمن كتم النفس .
٥	٢٤	٢٠٠٣	سميرة محمد عرابي	التعرف على أثر تدريبات الهيبوكسيك فى كل من الوسطين الأرضي والمائي على القدرة والإمكانية اللاأكسجينية والمقارنة بين الوسطين .	٢٢ طالبه	التجريبي	-	- تدريبات الهيبوكسيك فى الوسط الأرضي تؤثر بشكل أفضل من الوسط المائي على القدرة والإمكانية اللاأكسيجينة .

٢- الدراسات الأجنبية:

م	رقم المرجع	السنة	الباحث	الهدف	العينة	المنهج	مدة الدراسة	أهم النتائج
٦	٦٣	١٩٩٧	Levin BD .. et al	التعرف على تأثير التأقلم مع المرتفعات والتدريب فى المنخفض لدى صفوة العدائين	٣٩ عداء (١٢+٢٧)	التجريبى	٢٨ يوم	- زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين. - زيادة حجم خلايا الدم الحمراء. - زيادة الاقتصادية فى الجرى
٧	٥٢	١٩٩٨	Chapman, R. F., .. et al	التعرف على الاختلافات الفردية فى الاستجابة لتدريب المرتفعات .	٣٩ عداء (٢٧ + ١٢)	التجريبى	٢٨ يوم	- المعيشة فى ارتفاع عالى كافى لتحقيق زيادة كبيرة فى EPO يؤدى إلى زيادة VO_{2max} والحجم الكلى للخلايا الحمراء . - تحسن واضح فى زمن ٥٠٠٠ متر عدو .
٨	٧٣	١٩٩٩	Rusko,H.K,.. et al	التعرف على تأثير المعيشة فى نقص الأكسجين والتدريب فى الأكسجين الطبيعى على VO_{2max} وكتلة الخلايا الحمراء فى مستوى سطح البحر .	٢٢ لاعب (١٧ + ٥)	التجريبى	٢٥ يوم	- زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين VO_{2max} . - زيادة كتلة خلايا الدم الحمراء .

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

١٢	٥٩	٢٠٠١	Gundersen, J.S, et al	التعرف على تأثير تدريب المرتفعات على صفوة العدائين من الرجال والنساء .	٢٢ عداء (١٤ + ٨)	التجريبى	٢٧ يوم	- حقق ثلث الرياضيين أفضل الأزمنة في سباق ٣٠٠٠ متر . - تحسن الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين VO_{2max}. - زيادة مستويات EPO إلى ضعف القيمة الابتدائية فى مستوى سطح البحر. - ارتفعت نسبة الهيموجلوبين .
١٣	٦٢	٢٠٠١	Levin BD .. , et al	التعرف على تأثير التأقلم مع تدريب المرتفعات والتدريب فى نقص الأكسجين	-	التجريبى	-	- المعيشة بأعلى والتدريب بأسفل يحسن الأداء الرياضى حيث تحسين نشاط EPO الذى يؤدى إلى زيادة فى كتلة خلايا الدم الحمراء والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين .

								- التدريب والمعيشة فى المرتفعات لا يحسن الأداء فى مستوى سطح البحر حيث أن كثافة وحافز التدريب والأحمال التدريبية تقل مما يؤدى إلى تأثير مضاد حيث تقليل السرعة وناتج الطاقة وتقليل تدفق الأكسجين وهذا لا يعطى أية ميزة لصفوة الرياضيين . - التأقلم مع تدريب المرتفعات يؤدى إلى تقليل الشهية ومنع تخليق البروتين وتقليل حجم العضلات والاستهلاك الايضى.
١٤	٦٥	٢٠٠١	Meeuwse T .. et al	التعرف على تأثير تدريب الهيبو كسيك المنقطع IHT والى أى مدى يمكن أن يحسن الأداء فى مستوى سطح البحر	١٦ عداء (٨+٨)	التجريبى	١٠ أيام	أن طريقة تدريب الهيبوكسيك المتقطع IHT تحسن كل من أنظمة الإمداد بالطاقة الهوائية واللاهوائية.
١٥	٥٣	٢٠٠١	Clark .. et al	التعرف على تأثير تدريبات الهيبو كسيك المتقطع IHT على حركة اللاكتات وقدرة الحجز فى العضلات.	٢٩ لاعب	التجريبي	٢٠ يوم	- أن تدريب الهيبوكسيك المتقطع قلل ظهور اللاكتات فى كل الجسم خلال التدريبات المكثفة. لم يحدث أي تغيير فى معدلات العضلات لأيض اللاكتات وتنظيم درجة الأس الهيدروجين PH .

١٦	٥٧	٢٠٠٢	Ge, RL, .. et al	التعرف على مستويات تركيز EPO ، التشبع الشريانى بالأكسجين ، وضغط الأكسجين فى البول فى ارتفاعات مختلفة .	٢٤ لاعب	التجريبى	٦ ، ٢٤ ساعة فى أربعة ارتفاعات مختلفة.	- زيادة EPO بعد ٦ ساعات فى كل الارتفاعات ، واستمر فى الزيادة بعد ٢٤ ساعة فى ارتفاعات ٢٤٥٤ ، ٢٨٠٠ متر على الرغم من عدم ارتفاعه فى ١٧٨٠ أو ٢٠٨٥ متر . - قل ضغط الأكسجين فى البول بعد ٦ ساعات فى كل الارتفاعات وعاد الى ما كان عليه فى بدايته خلال ٢٤ ساعة فى الارتفاعين المنخفضين ولكن بقى منخفضا فى الارتفاعين الأعلى . التشبع الشريانى بالأكسجين انخفض بشكل قليل بعد ٦ ساعات فى الارتفاعات المنخفضة ولكن قل بشكل أكبر فى الارتفاعات العليا .
١٧	٧٦	٢٠٠٢	**Schmidt .. et al**	التعرف على تأثير التعرض المتقطع للمرتفعات على حجم الدم ونشاط EPO.	-	التجريبى	-	- زيادة حجم الدم وكرات الدم الحمراء وتركيز الهيموجلوبين والهيماتوكريت. زيادة نشاطEPO وحدوث انخفاض فى حجم بلازما الدم.

التعليق على الدراسات السابقة

اهتمت كثير من الدراسات العربية والأجنبية بدراسة تأثير تدريبات التحكم فى التنفس على المردود البدنى – الوظيفى لأجهزة الجسم الحيوية ، وقد توصل الباحث إلى (١٤) ثمانية عشر دراسة أجنبية ، وذلك خلال الفترة الزمنية من سنة ١٩٩٧ وحتى سنة ٢٠٠٣م .

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

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 فى التنفس يجب أن يستمر لمدة (١٢) اثنا عشر أسبوعا ولا تقل عن (٨) ثمانية أسابيع ، فى حين أن الدراسات الأجنبية أجمعت على أن برنامج تدريبات التحكم فى التنفس الجرعة المثالية له (٤) أربعة أسابيع وكانت أقل مدة دراسة استغرقت ما بين ٦ – ٢٤ ساعة فى أربعة ارتفاعات مختلفة ، وقد تبنى الباحث الفكر الأجنبى لمدة ٤ أسابيع بعدها يتم القياس البعدى 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 فى كرة القدم تتعرض لتدريبات محاكاة المرتفعات فى حدود علم الباحث .

وكانت أهم النتائج التى توصلت إليها تلك الدراسات أن تطبيق تدريبات التحكم فى التنفس تؤثر تأثيرا إيجابياً حيث تطوير النواحى البدنية – الوظيفية مما ينعكس على تحسين القدرات الهوائية واللاهوائية .

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

١٨	٦١	٢٠٠٣	Katayama .. et al	التعرف على تأثير تدريبات الهيبوكسيك المتقطع IHT على أداء التحمل	١٢لاعب (٦+٦)	التجريبى	٢١يوم	- IHT يزيد من أداء التحمل والكفاءة الميكانيكية خلال التدريبات بالحد الأقل من الأقصى فى مستوى سطح البحر. - تحسين زمن ٣٠٠٠ متر ووقت الجرى حتى الاجتهاد .
١٩	٧٥	٢٠٠٣	Saunders.. et al	التعرف على تأثير تدريبات الهيبوكسيك IHT على اقتصادية الجري لدى صفوة العدائين	٢٢ عداء	التجريبى	٢٠ يوم	- تحسين اقتصادية الجرى . - زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين VO_{2max} . - زيادة التهوية الرئوية . - تأخر ظهور اللاكتات فى الدم .