كمية الهواء التي يحتاجها الفرد بأقل عدد من مرات التنفس فالأفراد غير المدربين لديهم عمق التنفس (هواء المد) أقل ومعدل تنفس أسرع مما يؤدي إلى إجهاد الجهاز – ويرتبط ذلك بسرعة التنفس .

عدد مرات التنفس / ق = التهوية الرئوية

غير المدربين 30 × 2 لتر = 60 لتر / ق

المدربين 20 × 3 لتر = 60 لتر / ق

ومع العمل بالأحمال المرتفعة يصل غير المدربين إلى معدلات تهوية تصل إلى 120 لتر / ق ، بينما يصل الأفراد المدربين إلى 150 لتر / ق أو يزيد .

هذا ويقوم الأفراد المدربين بالتنفس بمعدلات أبطأ (30 – 35 في الدقيقة) ومع ذلك فإنها أكثر كفاية في إمداد الجسم بالهواء ونقل الغازات . بينما الأفراد غير المدربين يصل معدل التنفس لديهم حوالي 600 مرة / ق .

فانتشار الأوكسوجين من حقائب الهواء الرئوية (الحويصلات الهوائية) إلى شعيرات الدموية الرئوية يتأثر أيضاً ويتحسن بالتدريب . ويعتمد الانتشار بل ويتوقف على التهوية الرئوية الجيدة وتيار الدم في الشعيرات الدموية (Perfusion) .

كما أن تحسن تيار الدم الرئوي يوفر الفرصة كاملة للاستخدام الأمثل لقدرة الانتشار وسعته ويرى شاركي أن قدرة الانتشار تقل بكبر السن وقلة النشاط . إلا أنه ربما يؤدي ذلك إلى اعتباره عاملاً محدداً للأداء (ما عدا في الارتفاعات التي تزيد عن 5000 آلاف قدم) ، فالزمن وقلة النشاط لهما نفس التأثير أيضاً .

هذا وقد بنيت الدراسات من قبل على أن هناك علاقة قوية بين الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسوجين وبين المجموع الكلي للهيموجلوبين في الدم .

وأظهرت الدراسات الدقيقة أيضاً إلى أن هناك مؤشرات للتحسن في مستوى الهيموجلوبين وحجم الدم نتيجة التدريب (هولمجرين Holmgren 1967) فليس هناك تأثير على تركيز الهيموجلوبين (بالجرام / لكل 100 ملليليتر من الدم) . ويمكننا أن نخلص إلى أن نقل الأوكسوجين يعزز ويتحسن بوساطة زيادة حجم الدم والهيموجلوبين الكلي . وعلاوة على ذلك وكما ينقل الدم الحرارة مثله مثل الأوكسوجين فإن زيادة حجم الدم سوف تساعد المدرب على العمل بكفاءة في البيئة الحارة .

القلب والدورة الدموية :

ليس هناك شك في أن تدريب التحمل يحسن ويطور من حجم الضربة Stroke volume (كمية الدم المدفوعة في كل ضربة) . وعلى ذلك يستطيع القلب أن يعمل (ينبض) بمعدل أبطأ ويأخذ فترة زمنية لمزيد من الراحة بين الضربات .

ففي جري المسافات ، تؤدي التمرينات والتدريب إلى تناقص العمل الكلي الحادث بواسطة القلب .

معدل النبض قبل التدريب = 70 × 60 دقيقة / ساعة × 24 ساعة

= 100,800 نبضة / يومياً

معدل النبض بعد التدريب = 50 × 60 دقيقة / ساعة × 24 ساعة

= 72,000 نبضة / يومياً

الفرق = 28,800 نبضة / يومياً

ولكن ماذا عن زيادة نبض القلب المستخدمة في الوصول للياقة ؟

فساعة تدريب بمعدل نبض 150 نبضة / ق تزيد المجموع إلى 9,000 نبضة وفي أي من مستويات المجهود ، متضمنة الراحة نجد أن القلب المدرب له مميزاته وصلاحياته . ويشعر الفرد بتلك الصلاحيات في كافة الأعمال – فالقلب المدرب يمكنه دفع مزيد من اللترات من الدم في الدقيقة ، ويستخدم ويدفع 80 – 90% من الدم إلى العضلات العاملة .

حجم القلب :

لا تؤدي التدريبات المنتظمة ، المعتدلة إلى أي زيادة في حجم القلب (تضخم عضلة القلب Cardiac hypertrophy ، إلا أن لاعبي رياضات التحمل يحدث لديهم تضخم (زيادة في حجم العضلة القلبية) بعد عدة سنوات من التدريب المتنوع العنيف . ويبدأ التغير في أخذ مكانه في البطين الأيسر Left ventricle ويتميز التضخم الناتج عن تدريبات التحمل بزيادة حجم البطين دون زيادة في سمك حائط البطين .

(وتجدر الإشارة هنا إلى أنه في بعض أنشطة المقاومات الكبيرة مثل رفع الأثقال تؤدي إلى زيادة سمك حائط البطين دون زيادة في حجم تجويفه (مورجانورث ومارون Morgan-Roth & Maron 1977) وأيضاً نود أن ننوه في هذا الصدد بأنه ليس كل تضخم لا بد بالضرورة أن ينتج عن التدريب ، كما أنه ليس كل رياضيي التحمل لديهم تضخم في القلب واتساع في البطين على وجه الخصوص .

إلا أن تضخم القلب واتساع البطين يعد رد فعل طبيعي لتدريب التحمل ، وهذا لا يؤدي إلى أي أضرار للفرد وقلبه ويعد ذلك أمر مساند لتطور ورقي مستوى الأداء الرياضي للفرد .

وأظهر بعض الباحثين أنه يبدو عدم تأثير التدريب على تركيز الأنزيمات في عضلة القلب ومع ذلك يبدو القلب المدرب أفضل قدرة على استخدام الدهون

كمصدر للطاقة . والتحسن في استخدام الدهون يرجع إلى تحسن وصول ودفع الأوكسوجين والوقود إلى عضلة القلب .

فهناك بعض الشواهد والبراهين على تحسن كثافة الشعيرات الدموية في عضلة القلب كما أن التدريب أيضاً يؤدي إلى تشجيع تحسن مرضى الشريان التاجي (والذي سوف نتناوله فما بعد) .

إعادة توزيع الدم في الجسم :

بطريقة ما يتعلم الجسم توزيع الدم بطريقة أفضل أثناء المجهود البدني .

وعلى ذلك فالتحسن في الدفع القلبي يصاحب عملية إعادة توزيع الدم من الأنسجة الأقل نشاطاً مثل أعضاء الهضم والكليتين إلى الأنسجة ذات الاحتياج الشديد لها مثل القلب والعضلات الهيكلية وأيضاً الجلد للنواحي الحرارية . وهذه الميكانيزمات تتعاون لزيادة تيار الدم إلى العضلات 20 مرة أو أكثر . ففي وقت الراحة تستقبل العضلات حوالي 20% من الدفع القلبي . وتصل أثناء قمة المجهود إلى حوالي 90% .

كما يبدو أن التدريب يعزز ويدعم اندفاع وتدفق الدم غلى الألياف العضلية حيث أثبت بعض الباحثين التشيكوسلوفاكيين تأثير التدريب على عدد الشعيرات الدموية لكل ليف عضلي . وتم أخذ العينات من الآدميين بوساطة إبرة بايوبسي Needle Biopsyوأوضحت هذه الدراسات أن العضلات المدربة لديها عدد شعيرات أكبر – معدل الألياف ، حيث الحقيقة القائلة أن الألياف العضلية المدربة أكبر (هيرمايسين واتشتلوفا Hermansen & Wachtlova1971) فتأثير التدريب على الألياف عادة ما يصاحب بضبط مناسب في الدورة الدموية الصغرى حيث تبادل الغازات ، والمواد الغذائية ومخلفات الاحتراق .

الألياف العضلية :

يرتبط تأثير تدريبات التحمل بالإمداد بالأوكسوجين واستخدامه . فالأنزيمات في جميع التدريبات الهوائية تسلك مسارات خاصة وتزداد في تركيزها مما يجعل الخلية أكثر قدرة على إنتاج ثلاثي فوسفات الإدينوزين ATP هوائياً وأجريت عدة تجارب معملية هامة بواسطة دكتور جون هولوزي DR. Gohn Holloszy (1973) أدت إلى نتائج غاية في الأهمية حيث أوضحت بعضها أن ألياف العضلات المدربة للتحمل لديها قدرة أفضل على أكسدة الدهون لإنتاج الطاقة .

وهذه التجارب كان لها الفضل في وضع مفاهيم جديدة حول تأثير التدريب فقبل عام 1967 لم تتمكن البحوث من برهنة التأثيرات الخلوية للتدريب . ووضع هولوزي عدة أسباب في دراسته الأولية والتي ركزت على المسارات الهوائية للحمل الزائد . حيث أخضع الفئران لبرنامج تدريب عنيف جداً على البساط المتحرك ووجد أن الفئران المدربة قد تمكنت من الاستمرار في التدريب من 4 إلى 8 ساعات بينما الفئران غير المدربة أجهدت من التدريب 30 دقيقة فقط .

وبعد برنامج تدريبي لمدة 12 أسبوع قام باستخراج عينات من عضلات الفئران وإعدادها للتحليل كيميائياً – فوجد أن هناك زيادة قدرها 50 – 60% من بروتين الميتاكوندريا وارتفاع يقدر بضعفي الأوكسوجين المأخوذ في العضلات المدربة ، وتتحسن قدرة العضلات على أكسدة الكربوهيدرات ، وأشارت العديد من الدراسات إلى تحسن في قابلية العضلة على استخدام الدهون كمصدر للطاقة .

وتتابعت البحوث واستكملت أو كانت امتداداً لبحوث هولوزي Holloszy,s فوضع جولينيك وكينغ Gollnick & King (1969) الفئران في برنامج تدريبي متشابه ، بعد أن تم استخراج عينة من العضلات للفحص بالميكروسكوب الالكتروني فوجدوا زيادة في كلا الحجم والعدد للميتاكوندريا في العضلات المدربة، وعلى ذلك فالنتائج الكيميائية التي تضمنها تقرير هولوزي تم التأكد