تدريبات التحمل طويلة المدى والمعتدلة الشدة تعمل على زيادة الانزيمات المسؤولة عن أكسدة الأحماض الدهنية أي زيادة فعالية الحصول على الطاقة من المصادر الهوائية.

ومن الجدير بالذكر أن التكيف الفسيولوجي على درجة عالية من التخصص ويكاد يقتصر على العضلات العاملة والمشتركة في التدريب البدني فقط لذا يجب أن يكون التدريب البدني متوافقاً إلى حد كبير ونوعية الأداء الخاص بالمنافسة.

التكيفات العضلية

تحدث التكيفات في الخلايا العضلية والتي تشمل ما يأتي:

- زيادة محتوى العضلة من الهيموغلوبين والكلاكوجين نشاط الانزيمات. وهذا مما يزيد تحرر الطاقة المطلوبة لأداء الجهد البدني من خلال التمثيل الغذائي، اللاهوائي والذي يؤدي بالتالي إلى تأخير التعب. ويقوم الهيموغلوبين بنقل O_2 عبر الخلية إلى المايتوكوندريا (بيوت الطاقة) ويزداد الأوكسجين بالتدريب وعندما يزداد نشاط الأنزيمات الهوائية في الخلايا العضلية والتي تتمكن من تمثيل الطاقة الهوائية وبذلك يقل تراكم حامض اللبنيك (اللاكتيك) أثناء الجهد.
- كذلك يزيد التدريب من نشاط الأنزيمات اللاهوائية مما يزيد من قدرة الفرد على الأداء مع تقليل معدل تراكم حامض اللبنيك والحصول على طاقة أكبر.
- وقد يزيد التدريب كمية الكلاكوجين في العضلة والذي يعد المصدر الرئيسي للطاقة في الأنشطة اللاهوائية وتتراوح هذه الزيادة ما بين ٤٠-١٠٠% ويمكن أن يؤدي التكرار الطويل إلى تمثيل كميات أكبر منه مما يجعل العضلات إلى تخزين الكلاكوجين بشكل أكبر.
- زيادة في تزويد العضلة بالأوكسجين وهذا بالطبع يؤدي إلى مزيد من الطاقة اللازمة للتمثل الهوائي للطاقة.
- أما فيما يخص أنواع الألياف العضلية (البطيئة والسريعة) والمحدد وراثياً داخل العضلة فإن استجابتها محددة ولكن مع استخدام تدريبات التحمل قد ترتفع قدرة الألياف السريعة على تحمل المجهود.

توزيع نتاج القلب

إن معدل إنتاج القلب ٥ لتر من الدم أثناء الراحة تتوزع على الجسم ٥/١ نتاج القلب يذهب للعضلات والكمية الباقية إلى القناة الهضمية، الكبد، الطحال، الدماغ والكليتين.

أما خلال التدريب الرياضي وحسب شدته يختلف توزيع الدم إلى مناطق معينة وذلك وفقاً لظروف البيئة والتعب ونوع التدريب إلا أن معظم كمية إنتاج القلب يذهب للعضلات.

وتذهب خلال الراحة ٤-٧ مل من الدم/ دقيقة/ ١٠٠ غم من العضلات أما أثناء الجهد تزداد بشكل ثابت حتى مرحلة التعب الأقصى حيث تصل ٥٠-٧٠مل من الدم/ دقيقة/١٠٠غم من العضلات وهذه الزيادة تحدث نتيجة زيادة عمل القلب وإنتاجه ويكون توزيع الدم إلى العضلات كبيراً بالمقارنة مع الأنسجة الجسمية الأخرى. ويوزع الدم إلى العضلات بسبب التنظيم الهرموني لجريان الدم كذلك الحالة الغذائية للعضلات ومن مناطق تستطيع أن تحتمل مؤقتاً نقص الدورة الدموية وهذا ما يحدث خلال التدريبات الشاقة،خلال التدريب يزداد جريان الدم إلى الجلد ولذلك فإن الحرارة الناتجة عن صرف المواد الغذائية في العضلات يتم التخلص منها عن طريق العرق على سطح الجلد. ولكن في حالة التدريبات الشديدة لفترة متوسطة فإن النسيج يحدد من جريان الدم فيه وإذا كان في جو حار يتم تقليل جريان الدم في هذه الحالات إلى ٥/٤ كميته في الحالة الطبيعية.

تستهلك الكليتان والأعضاء الداخلية ١٠-٢٥% من O_2 الموجود في الدم الواصل إليها. ويتم تقليل جريان الدم في العضو والأنسجة قبل أن تقل كمية الأوكسجين لئلا تتوقف وظيفة العضو. عندها تقل الطاقة اللازمة لحركة العضو بسبب قلة جريان الدم. ويمكن أن يقل توزيع الدم للأحشاء لأكثر من ساعة أثناء التمارين الشاقة وتم إعادة توزيع الدم إلى هذه الأعضاء دون زيادة إنتاج القلب. وهذا يوفر ما مقداره ٦٠٠ مل من الأوكسجين / دقيقة يتم استعمالها من قبل العضلات أثناء التمارين الشاقة.

تستهلك العضلة القلبية كحد أقصى ٧٥% من O_2 الموجود في الدم الواصل إليها عبر الشرايين التاجية لذلك يزداد مجهود عضلة القلب عند ازدياد ضخ القلب (٤-٥ مرات) مع زيادة الدم في الشرايين التاجية أما زيادة الدم في الدماغ تكون ٣٠% في حالة الجهد.

يزداد الفرق بين تركيز O_2 بين الشريان والوريد تدريجياً خلال التمارين الخفيفة والمتوسطة الشدة وتبلغ قيمته ١٥ مل O_2 / ١٠٠ مل دم وتزداد أثناء التدريب العنيف إلى ٨٥% من O_2.

تكيفات القلب والأوعية الدموية

إن زيادة شدة الحمل تؤدي إلى زيادة مقاومة الأوعية الدموية نتيجة الضغط المسلط على العضلات الهيكلية وهذا يتطلب جهد لانقباض القلب لتزويد الدم إلى العضلات مما يتطلب بناء لويفات عضلية جديدة بصورة متوازنة وبطريقة مركزية لكي يوازي الزيادة وبالتالي يؤدي إلى زيادة قوة جدارن القلب. وإن التدريب المنتظم يزيد من نشاط الجهاز العصبي

البارامبثاوي مما يؤدي إلى بطئ ضربات القلب. وخلال الجهد البدني يزداد معدل ضربات القلب وقد يصل أكثر من ١٧٠ ضربة/ دقيقة ولفترة طويلة حيث تحدث تغيرات فسيولوجية أي تكيف في عضلة القلب وتحسن في وظائفه.

وإن أفضل أشكال التدريب هي تلك التي تحدث تكيفات في الجهاز الدوري هي تدريبات تنمية العتبة الفارقة اللاهوائية (AT) والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين Vo_2 max وتشمل هذه التكيفات زيادة حجم القلب وزيادة كثافة الشعيرات الدموية مع زيادة كمية الدم المتدفق للعضلة وزيادة الحجم الكلي للدم مع زيادة حجم الهيموغلوبين. تتطلب هذه التدريبات استهلاكاً كبيراً للأوكسجين لذا فإن التدريب بسرعة متوسطة وبالشدة المطلوبة ولفترة زمنية طويلة يؤثر على ميكانيكية الجهاز الدوري.

١ - ويحدث التكيف في الدفع القلبي عن طريق تنوع الأنشطة الممارسة لأن التكيف الذي يحصل في الدفع القلبي يكون بزيادة حجم ضربات القلب.

- ويزداد ضخ الدم بشكل يتناسب مع شدة التمرين وعند الانتقال من وضع الراحة إلى التمرين بشكل منتظم يزداد عمل القلب بشكل سريع ثم يبطأ إلى أن يصل معدل ثابت حيث يكون معدل الضخ كافياً لتزويد الجسم بالأوكسجين والغذاء أثناء أداء التمرين.

- ويزداد عمل القلب بحوالي أربعة أضعاف عمله أثناء الراحة وقد يصل الناتج القلبي (٢٠-٢٢ لتر/ دقيقة) ويرتفع النبض إلى ١٩٠ نبضة/ دقيقة ويصل حجم الضربة ١٠٣-١١٣ مل/ نبضة خلال التدريبات العنيفة أما عند الرياضيين ذو المستويات العليا يصل النتاج القلبي إلى ٣٥-٤٠ لتر/ دقيقة بينما معدل النبض لا يرتفع كثيراً مقارنة بغير الرياضيين عن الرياضيين.

- حجم الضخ القلبي خلال الراحة والتدريب أكبر عند الرياضيين من أقرانهم بنفس العمر من غير الرياضيين، وعادة يزداد حجم الضخ القلبي خلال الفترة الانتقالية بين الراحة والجهد في التمرين متوسط الشدة أما في التمارين العالية الشدة فيحصل زيادة بسيطة في حجم الضخ فقط.

- يصل حجم الضخ القلبي أعلى مستوى له عندما يكون مستوى استهلاك O_2 ٤٠-٥٠% ومعدل ضربات القلب ١٢٠-١٤٠ ضربة/ دقيقة.

- يزداد معدل ضربات القلب وحجم الضخ القلبي لدى الرياضيين وتكون نسبة حجم الضخ أثناء الجهد ٥٠-٦٠% أكثر من حجمها وقت الراحة.

أسباب زيادة حجم الضخ القلبي

١-تفسر على أساس قانون (فرانك – ستارلنغ) والتي تفسر زيادة حجم الضخ القلبي خلال التمارين بسبب حالة انقباض القلب التي تنتج عنها ترتيب خيوط العضلات بعدد تمددها.

٢-زيادة كمية الدم العائدة من الأوردة (الرجع الوريدي) خلال التمارين يؤدي إلى تعبئة القلب ولذلك فإن البطين يتمدد خلال فترة الارتخاء ويستجيب عن طريق الدفع بقوة أكثر.

٣-وضع الجسم – حيث يزداد حجم الضخ والنتاج القلبي من الوضع الثابت وخاصة عندما يكون الوضع أفقي وعلى عكس ذلك فإن عودة الدم إلى القلب في الوضع العامودي يؤدي إلى قلة حجم الضخ ويزداد عند زيادة شدة التمرين أثناء الراحة وفي الوضع العامودي فإن ٤٠-٥٠% من حجم الدم في نهاية الارتخاء يبقى في البطين الأيسر بعد الانقباض وهذا الدم المتبقي يشكل تقريبا ٥٠-٧٠ مل/ من الدم وتزداد قوة انقباض القلب بسبب الهرمونات الودية (السيتاوية) الأدرينالين والنور ابنفرين) اللذان ينتجان زيادة في قوة الضخ لتفريغ القلب أثناء الانقباض ويزيد التدريب من قوة الانقباض لعضلة القلب وكذلك قدرته على ضخ كمية أكبر في المرة الواحدة.

ويمتاز الرياضيون بمعدلات ضربات قلب أقل واستجابتهم أفضل للتمرين واستهلاك O_2 قبل أن يصلوا إلى الحد الأعلى من معدل ضربات القلب.

وبشكل عام يستجيب القلب الصحي السليم للتمارين المنظمة ويزداد وحجمه بسبب زيادة البروتينات وسمك الألياف وزيادة العناصر القابضة. ولكن ذلك يزول بزوال التدريب ويعود إلى الحجم الطبيعي.

وتعد تمارين التحمل من أفضل أنواع التمارين التي تؤثر إيجابيا على عمل القلب حيث تعمل على ما يأتي:

١-تحسن مستوى تغذية عضلة القلب بالأوعية الدموية.

٢-تزيد حجم المايتوكوندريا (بيوت الطاقة) ومن تركيز أنزيمات التنفس على مستوى الخلية.

٣-تعمل عضلة القلب بنسبة أقل من طاقتها للأكسدة خلال التمرين.

٤-توفر حماية من أمراض القلب.

عند أداء التمارين المعتدلة والخفية تزداد التهوية بشكل يتناسب مع زيادة الأوكسجين المستهلك ويصل ؟؟؟ التهوية ٢٠-٢٥ لتر هواء/ لتر O_2 أما التمارين غير المستمرة تزداد التهوية بشكل غير متجانس مع زيادة O_2 المستهلك ٣٥-٤٠ لتر/ هواء / لتر O_2 مستهلك.

تكيفات الدم

- تحدث زيادة في حجم الدم والكريات الحمراء عند الرياضيين المدربين. لذا تزداد قدرة العضلات على استخلاص كمية أكبر من O_2 وهذا أكثر فعالية من زيادة حجم الهيموغلوبين.
- يؤثر التدريب وحسب شدته على معدلات كريات الدم البيضاء ولكن البحوث العلمية في هذا المجال لازالت محدودة في تفسير ميكانيكية التأثير على هذه الخلايا.

تكيفات الشعيرات الدموية

أن فعل المواد الأولية والأوكسجين داخل العضلة وكذلك نقل المخلفات الخلوية نتيجة التفاعل إلى الخارج يتم عن طريق الشعيرات الدموية إذ تمثل السطح الذي يتم عليه عمليات تبادل المواد.

أثناء التدريب يطرأ تغيير في توزيع تدفق الدم في العضلات العاملة ويتم ذلك عن طريق التوسع في الأوعية الدموية في العضلة انقباض الأوعية الموجودة في العضلات غير العاملة وهذا ما يوفر كميات دم أكبر للعضلات العاملة خلال الحمل البدني أكثر من فترة الراحة وتتحسن هذه العملية من خلال التدريب الرياضي المستمر والمتكرر والمنتظم في التدرج في الأحمال البدنية حيث يحدث التكيف الآتي:

١-توسع قطر الشعيرة (في جدران الشعيرات الدموية) مما يؤدي إلى زيادة المساحة السطحية لها وهذا يزيد من تدفق الدم في الشعيرات الدموية وهذه ظروف مثالية لعملية تبادل الأوكسجين والمواد الأولية.

٢-فتح جميع الشعيرات الدموية أثناء الحمل التدريبي.

٣-إنتاج شعيرات دموية كانت موجودة لا تستخدم تحت تأثير الحمل البدني العادي.

٤-تفرع أوعية جديدة.

٥-زيادة في طول الشعيرات الدموية.