

## المحور الثالث : فيزيولوجيا النشاط العضلي أثناء الممارسة الرياضية

### **التكيف :**

هو التغيرات المزمدة ( الثابتة ) لوظائف أعضاء الجسم ( القلب ، العضلات .... ) الناتجة عن التدريب البدني المستمر لفترة زمنية قد تطول أو تقصر .

وهو التطور الذي يحدث في مستوى الأعضاء والأجهزة الداخلية للجسم نتيجة أداء أعمال بدنية تتخطى مستوى عتبة الإثارة وتحتاج إلى فترات زمنية طويلة عدة أشهر أو عدة سنوات .

إن عملية التكيف هي نتاج التبادل الصحيح بين الحمل والراحة .

### **1- التكيفات الفيزيولوجية للجهاز القلبي الوعائي :**

#### **- معدل ضربات القلب :**

يعد معدل ضربات القلب من المؤشرات المهمة التي يمكن من خلالها التعبير عن شدة الجهد البدني الممارس ، فالنبض القلبي يرتفع طرديا مع ارتفاع شدة الجهد البدني إلى أن تصل أقصى معدل للنبض القلبي أثناء جهد بدني أقصى ، وتصل لدى الشخص السليم حوالي 200 ن/د ( في عمر العشرينات ) وتنقص مع التقدم في العمر .

فالتدريب الرياضي والنشاط البدني المنتظم يؤدي إلى تغيرات وظيفية إيجابية للعديد من أجهزة الجسم المختلفة بما في ذلك القلب والأوعية الدموية ، ويظهر التحسن في كفاءة القلب على شكل انخفاض في ضربات القلب في الراحة وكذلك انخفاضها أثناء الجهد البدني الأقل من الأقصى ( المنخفض والمتوسط ) ، فالتكيف الحاصل في القلب نتيجة التدريب المنتظم يكون من خلال قدرة القلب على ضخ نفس كمية الدم إلى العضلات العاملة بضربات أقل مقارنة بحالته قبل التكيف ، أما ضربات القلب القصوى .

ضربات القلب القصوى لا تنخفض نتيجة التكيف مع التدريب عكس ضربات القلب في الراحة لكن في المقابل احتياطي النبض القلبي يرتفع لأنه يساوي النبض القلبي الأقصى ناقص النبض في حالة الراحة .

#### **- حجم الضربة :**

تعني حجم الدم المدفوع من القلب في الضربة الواحدة ، يبلغ لدى الشخص العادي الغير رياضي في حالة الراحة حوالي 60 ملل ، ويرتفع أثناء جهد بدني عالي الشدة إلى 100 / 110 ملل ، أما بالنسبة للشخص الرياضي فيصل حجم الضربة في حالة الراحة حوالي 80 ملل وعند جهد البدني

أقصى يصل إلى حوالي 150 / 160 ملل ،بالنسبة لرياضي النخبة والمستوى العالي قد يبلغ 200 ملل .

### ويرتبط حجم الضربة بـ :

- حجم القلب وسمكه
- وضع الجسم ( راحة أو جهد )
- حجم وعدد العضلات المشاركة في الجهد البدني

### **- النتاج القلبي ( الدفع القلبي ) :**

النتاج القلبي هو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة الواحدة باللتر أو بـ المليلتر وهو محصلة ضرب عدد ضربات القلب في الدقيقة في حجم الضربة ،إذ يتراوح حجم الدفع القلبي في الراحة لشخص متوسط الحجم حوالي 5 لتر / د ،ويرتفع إلى حوالي 20 لتر / د عند أداء جهد بدني أقصى أما بالنسبة للشخص الرياضي فتصل إلى حوالي 30 لتر / د أثناء جهد بدني أقصى .

ويفسر الزيادة في الدفع القلبي عند ارتفاع شدة الجهد البدني إلى زيادة ضربات القلب وحجم الضربة ،بالنسبة لضربات القلب تكون الزيادة خطية مع زيادة شدة الجهد البدني أما بالنسبة لحجم الضربة يزداد بشكل واضح في بداية الجهد البدني ويستقر عندما تكون ضربات القلب قريبة من القصوى ويفسر ذلك على أنه في الجهد القريب من الأقصى يكون معدل ضربات القلب سريع بحيث لا يوجد الوقت الكافي من أجل امتلاء القلب بالدم أي ينخفض حجم الدم في البطين عند نهاية مرحلة الانبساط .

### **- زيادة حجم القلب وسمك جدرانه :**

يعتمد التغير في حجم القلب ( خاصة البطين الأيسر ) وسمك جدرانه على نوع التدريب البدني الذي يتبعه الرياضي ،حيث يؤدي التدريب الذي يتميز بالمداومة ( المتوسطة والطويلة ) مع توفر عنصر التحمل بالإضافة لعنصر الشدة وهما العنصران المهمان في إحداث التغيرات في حجم تجويف بطين القلب ،بالمقارنة مع الشخص الغير متدرب الذي يبلغ حجم البطين الأيسر لديه 1.7 / 1.9 مليلتر/كغ من وزنه فإن رياضي التحمل يصل حجم البطين الأيسر لديه إلى 3.2 مليلتر /كغ من وزن الجسم .

أما التدريبات التي تعتمد على الانقباض العضلي الثابت بشكل كبير مثل رفع الأثقال ،كمال الأجسام والجودو ... تؤدي إلى زيادة سمك جدار القلب ذلك كاستجابة فيزيولوجية لنوع التدريب الممارس والذي يتم فيه زيادة الضغط داخل التجويف الصدري والذي يؤدي إلى زيادة مقاومة الأوعية الدموية لضخ الدم في القلب ،في حين يقوم التدريب البدني الذي يجمع بين الانقباض

المتحرك و الثابت مثل كرة القدم ،ركوب الدراجات .... إلى زيادة كل من حجم تجويف البطين الأيسر وسمك جدار القلب .

## - ضغط الدم الشرياني :

يرتفع ضغط الدم الشرياني أثناء الجهد البدني العنيف ،هذا الارتفاع ضروري لكي تتشبع العضلات العاملة بالدم ،هذا التحكم في ضغط الدم أثناء الجهد البدني يتم من خلال الجهاز العصبي السمبثاوي ،إن ارتفاع ضغط الدم الشرياني الانقباضي Systolic أثناء القيام بجهد بدني يعتمد بشكل كبير على شدة التدريب والتي تؤدي إلى ارتفاع كبير في سريان الدم في الأوعية الدموية من خلال زيادة نتاج القلب .

أما الضغط الشرياني الانبساطي Diastolic فلا يتأثر تأثيرا ملحوظا بالجهد البدني المتحرك فهو يعتمد على حجم الدم ومعدل سريانه في الأوعية ومقاومة الأوعية الدموية لسريان الدم .

يأثر نوع الانقباض العضلي بشكل واضح في الضغط الشرياني أثناء الجهد البدني حيث يكون الارتفاع في الضغط الشرياني أكبر عندما يكون الانقباض العضلي ثابتا مقارنة مع الانقباض العضلي المتحرك ،لهذا لا ينصح بعمل تدريبات عضلية ثابتة أو مشابهة للثابتة وبعض تدريبات الأثقال لكبار السن أو من لديهم ارتفاع في ضغط الدم ،بينما التدريبات الهوائية كالمشي والهرولة والجري والسباحة تساعد على خفض ضغط الدم لدى الأفراد الذين يعانون من ارتفاعه .

## 2 - تكيف العمليات التنفسية للجهد البدني :

يؤدي الانتظام في ممارسة التدريب الرياضي خاصة التدريبات الهوائية إلى جملة من التغيرات الفيزيولوجية التي تعبر عن كفاءة عملية التنفس لدى الرياضيين وتكيفها للتدريب الرياضي مقارنة بالأشخاص الغير ممارسين للرياضة ،وتبرز أهم التكيفات فيما يلي :

1 - يقل معدل التنفس ( عدد مرات التنفس ) لدى الرياضيين مقارنة بغير رياضيين ،كما يمتلك الشخص الرياضي سعة ( عمق ) تنفسية تجعله يتنفس بأريحية عند أداء مجهود بدني متوسط أو منخفض الشدة ويصل حجم هواء التنفس لدى الرياضيين في حالة الراحة إلى 700 / 800 مليلتر مقارنة بـ 500 مليلتر عند الأشخاص الغير رياضيين .

2 - ارتفاع كفاءة الرياضي في استغلال واستهلاك الأكسجين لإنتاج الطاقة مقارنة بغير رياضيين ويجسد ذلك من خلال الآتي :

- كفاءة عمليات استيعاب الأكسجين ( السعة الهوائية )
- عمليات نقل وامتصاص الأكسجين ( الحويصلات الرئوية والشعيرات الدموية / الهيموغلوبين والميوغلوبين )

• عمليات استهلاك الاكسجين في نشاط العضلات ( الميتوكوندريا والاكسدة الهوائية )

3 – زيادة كفاءة عضلات القفص الصدري ( عضلات ما بين الضلوع والحجاب الحاجز ) فتزداد سعة ومرونة القفص الصدري خلال عملية التنفس لدى الرياضيين خاصة عند أداء جهد بدني .

4 – زيادة حجم التهوية الرئوية القصوى  $VE_{max}$  وحجم التنفس الأقصى بعد التدريب البدني من خلال زيادة مطاطية الرئتين من خلال قدرتهما على التمدد والانكماش أثناء حركات التنفس القوي والعميق هذا نتيجة التكيف للأحمال التدريبية المتنوعة التي يقوم بها الرياضيين .

5 – زيادة كثافة الشعيرات الدموية المحيطة بالحوصلات الرئوية مما يؤدي إلى زيادة المساحة الخاصة بالمبادلات الغازية بين الشعيرات الدموية والحوصلات الرئوية هذا ما يميز الرياضيين بكفاءة تنفسية أفضل من غيرهم .

6 – تتحسن التوافق بين حجم عملية التنفس وشدة الجهد البدني المبذول من خلال الحفاظ على استقرار أطول لما يعرف بالحالة الثابتة للوظائف الفيزيولوجية عند أداء مجهود بدني مستمر لفترة زمنية طويلة مثل سباقات جري المسافات الطويلة .

7 – زيادة كفاءة استخدام الأكسجين في حالة الراحة لدى الرياضيين نتيجة التغيرات المرفولوجية والفيزيولوجية التي تم ذكرها سابقا ، كذلك تميز الرياضيين بالاقتصادية في عملية التنفس سواء في الراحة أو أثناء الجهد البدني مقارنة بغيرهم .

8 – انخفاض تركيز الاكسجين في هواء الزفير عند الرياضيين دلالة على زيادة قدرة الجسم على استخلاص أكبر كمية من الأكسجين على مستوى الدم ، في المقابل تقليل تركيز ثاني أكسيد الكربون وحموضة الدم من خلال تقليل تركيز حمض اللاكتيك أو سرعة أكسدته هذا ما يؤدي إلى تأخير ظهور التعب عند الرياضيين أثناء المنافسات أو التدريبات .

### **3 - تكيفات القوة العضلية للجهد البدني :**

#### **1 – رفع كفاءة وفعالية الألياف العضلية :**

كما هو معروف أن نسبة الالياف العضلية البطيئة أو السريعة لدى الشخص تكون وراثية فالتدريب الذي يتميز بالتحمل أو الاستمرارية لفترة زمنية طويلة باستخدام الأكسجين يؤدي إلى رفع كفاءة الألياف العضلية البطيئة وتطويرها من خلال اكتسابها القدرة على مقاومة التعب لفترة طويلة .

بينما يعمل التدريب الذي يتميز بالقوة والسرعة على تطوير الألياف العضلية السريعة من خلال قدرتها على القيام بانقباضات عضلية قوية وسريعة خلال المجهودات البدنية ذات الشدة العالية وحجم قصير .

وتشير الدراسات التشريحية للألياف العضلية إلى أن :

- الألياف العضلية البطيئة ترتبط بها أعصاب حركية صغيرة
- الألياف العضلية السريعة ترتبط بها أعصاب حركية كبيرة

## 2 – التضخم العضلي :

التضخم العضلي هو زيادة في محيط العضلة نتيجة زيادة عرض الألياف العضلية المكونة للعضلة من خلال زيادة البروتين العضلي واللييفات العضلية وحجم الأنسجة الضامة ويحدث هذا نتيجة التدريب البدني ذو الشدة العالية خاصة التدريب بالأثقال مما يجعل العضلة تستجيب للعبء الغير معتاد من خلال أحداث تغيرات تشريحية ووظيفية إيجابية تجعلها قادرة على التكيف مع هذا الوضع الجديد عليها .

وهناك عدة عوامل تؤثر على التضخم العضلي من بينها :

- الوراثة
- التأثير الهرموني
- نوع النشاط البدني الممارس
- الراحة والتغذية كما ونوعا