

الألياف العضلية ودورها في الاداء البدني

د. هزاع بن محمد الهزاع

دكتوراه في فسيولوجيا الجهد البدني
زمالة الكلية الأمريكية للطب الرياضي

الأستاذ والمشرف على مختبر فسيولوجيا الجهد البدني
قسم التربية البدنية وعلوم الحركة
كلية التربية - جامعة الملك سعود
الرياض - المملكة العربية السعودية

الألياف العضلية ودورها في الاداء البدني

تتكون الألياف العضلية لدى الإنسان من مزيج من نوعين رئيسيين يتميز كل منهما بخصائص انقباضية مغايرة للآخر إلى حد ما، فهناك نوع يتميز بانقباض قوي وسريع ولكنه من الذوات القابلة للتعب، ولهذا يسمى هذا النوع بالألياف العضلية السريعة الخلجة (FT)، حيث تستغرق هذه الألياف بعد تنبيهها عصبياً حوالي ٥٠ ملي ثانية للوصول إلى أقصى انقباض عضلي لها (أقصى توتر لها)، على أن إمكانية هذه الألياف على استخدام الأوكسجين بغرض إنتاج الطاقة تعتبر منخفضة. أما النوع الآخر من الألياف العضلية فيتميز بانقباض بطيء وبقوة منخفضة، ولذلك يسمى هذا النوع بالألياف البطيئة الخلجة (ST)، حيث تستغرق هذه الألياف بعد تنبيهها عصبياً حوالي ١١٠ ملي ثانية لكي تصل إلى أقصى انقباض عضلي لها، غير أن الألياف البطيئة الخلجة هذه تعتبر مقاومة للتعب، كما أنها تمتلك كثافة عالية من الأوعية الدموية، ولهذا فقدرتها على استخدام الأوكسجين (بغرض إنتاج الطاقة) تعد عالية مقارنة بالنوع الآخر.

ونظراً لأن الألياف العضلية البطيئة الخلجة تحتوي على كمية كبيرة من الميوجلوبين (وهو مركب يشبه الهيموجلوبين، لكنه موجود داخل العضلات، ويتضمن في تركيبه الحديد) ولأن الميوجلوبين يتحد مع الأوكسجين بغرض نقله داخل العضلة، فإنه يعطي لوناً أحمر، وبالتالي فإن شكل الألياف العضلية البطيئة الخلجة تبدو حمراء اللون، على عكس لون الألياف العضلية السريعة الخلجة التي يبدو لونها أبيضاً.

ويبدو من دراسة التركيب الداخلي للألياف العضلية أن بطيئة الخلجة أكثر ملائمة للرياضات التي تتطلب عنصر التحمل، مثل سباقات المسافات الطويلة والماراثون والسباحة الطويلة ورياضة الدراجات، بينما تتميز الألياف السريعة الخلجة بملائمتها للرياضات التي تتطلب عنصري السرعة والقدرة، مثل سباقات المسافات القصيرة والقفز والرمي، كما تشير الدراسات العلمية التي تم فيها أخذ

عينات من عضلات بعض الرياضيين المتميزين في ألعاب متعددة إلى أن رياضيي سباقات المسافات الطويلة والمراثون يمتلكون نسبة عالية من الألياف البطيئة الخلجة حيث تصل نسبتها في بعض الأحيان إلى أكثر من ٨٠% من نسبة الألياف العضلية في تلك العضلة، بينما يمتلك الرياضيون المتميزون في سباقات العدو القصير ومسابقات الرمي نسبة عالية من الألياف العضلية السريعة الخلجة.

ويؤدي التدريب البدني التحملي (الهوائي) إلى رفع كفاءة وفعالية الألياف العضلية البطيئة الخلجة، بينما يؤدي التدريب البدني العنيف والقصير الأمد إلى رفع كفاءة وفعالية الألياف العضلية السريعة الخلجة. وتشير البحوث العلمية الحديثة إلى أنه لا يمكن تحويل أي نوع من تلك الألياف إلى النوع الآخر عن طريق التدريب البدني، لكن التدريب البدني الهوائي (التحملي) يعمل على توظيف الألياف العضلية البطيئة الخلجة، وبالتالي يقود إلى تطورها، بينما يعمل التدريب البدني العنيف على توظيف (استخدام) الألياف العضلية السريعة الخلجة، وبالتالي يؤدي إلى تطور تلك الألياف. كما تجدر الإشارة إلى أن تحديد نسبة الألياف العضلية لدى الفرد يخضع للوراثة (أي أن الفرد يولد ولديه نسبة معينة من الألياف العضلية لا يمكن تغييرها).

وتشير دراسة التركيب التشريحي للألياف العضلية إلى أن الألياف بطيئة الخلجة يتصل بها في الغالب أعصاب حركية صغيرة بينما يتصل بالألياف سريعة الخلجة أعصاب حركية كبيرة.

ولقد أوضح تحليل مستوى الجلايكوجين في العضلات عن طريق أخذ عينات صغيرة من العضلات العاملة قبل وأثناء وبعد أداء جهد بدني إلى أن الألياف العضلية البطيئة الخلجة توظف بشكل أكبر أثناء الجهد البدني المتواصل والمعتدل الشدة بينما توظف الألياف العضلية السريعة الخلجة بشكل أكبر عندما تزداد شدة الجهد البدني.

وعلى الرغم من وجود بعض الاختلافات في نسب تلك الألياف في العضلات المختلفة لدى الأفراد، إلا أن التحليل الكيموحيوي لعينات من بعض الألياف العضلية يشير إلى أن العضلة النعلية تحتوي على نسبة عالية من الألياف البطيئة الخلجة (٧٥-٩٠%)، وتحتوي العضلة العضدية ذات الرؤوس الثلاثة على نسبة عالية من الألياف السريعة الخلجة (٦٠-٨٠%)، بينما تحتوي العضلة ذات الرأسين والعضلة الفخذية الخارجية والفخذية المستقيمة والعضلة التوأمية في الغالب على مزيج من النوعين يصل إلى حوالي ٥٠% لكل نوع.

والجدير بالذكر، أن تحديد نوعية الألياف العضلية للفرد يتطلب أخذ خزعة (عينة) عضلية بحجم حبة الأرز من العضلات المعينة وتحليلها بطرق كيميائية ونسجية محددة، ويكون أخذ الخزعة تحت التخدير الموضعي، وهو إجراء توسعي لا يتم اللجوء إليه إلا لأغراض الأبحاث العلمية أو في بعض الحالات المرضية.

ويوضح الشكل المرفق (شكل رقم ١) مقارنة لبعض من خصائص كل من الألياف العضلية البطيئة والسريعة الخلجة وعضلة القلب، حيث يمكن القول أن الإمكانية الهوائية (القدرة على استخدام الأكسجين بغرض إنتاج الطاقة) لعضلة القلب هي الأعلى، يليها الألياف العضلية البطيئة الخلجة ثم أخيراً الألياف العضلية السريعة الخلجة. أما قدرة هذه الألياف العضلية على إنتاج الطاقة (أي إنتاج الأدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP) فتتراوح من الأكثر قدرة وهي الألياف السريعة الخلجة إلى الأقل قدرة وهي عضلة القلب.

ومن المعلوم أنه كلما ارتفعت شدة الجهد البدني كلما ازدادت مشاركة الألياف العضلية السريعة الخلجة في الانقباض العضلي، حيث تعتمد هذه الألياف السريعة الخلجة بصورة رئيسية على الطاقة اللاهوائية، والتي من ضمنها الطاقة الناتجة من تحلل الجلايكوجين والجلوكوز لا هوائياً. هذا التحلل ينتهي بإفراز حمض اللبنيك في العضلة، ما يقود إلى ارتفاع تركيزه فيها ومن ثم زيادة درجة الحموضة فيها. وتشير الدراسات العلمية التي أجريت على العضلات أثناء الجهد البدني المرتفع الشدة، إلى أن حمض اللبنيك ينتج من قبل الألياف السريعة الخلجة

عبر التحلل اللاهوائي، ليخرج منها ويذهب إلى الألياف العضلية البطيئة الخلجة العاملة ويستخدم من قبلها كمصدر للطاقة الهوائية، هذه العملية تسمى بعملية النقل المكوكي لحمض اللبنيك بين الألياف العضلية السريعة الخلجة (المنتجة له) والألياف العضلية البطيئة الخلجة (المستخدمة له).

جدول رقم (1): خصائص الألياف العضلية السريعة الخلجة والألياف العضلية البطيئة الخلجة وعضلة القلب.

الخصائص	ترتيب الألياف تبعاً لامتلاكها الخاصية
المعدل الأقصى لإنتاج ATP	سريعة الخلجة ثم بطيئة الخلجة ثم عضلة القلب
حجم الألياف	سريعة الخلجة ثم بطيئة الخلجة ثم عضلة القلب
كثافة الأوعية الدموية وتوفر O ₂	عضلة القلب ثم بطيئة الخلجة ثم سريعة الخلجة
الإمكانية القصوى على الأكسدة	عضلة القلب ثم بطيئة الخلجة ثم سريعة الخلجة

مصدر الجدول: Houston M Biochemistry Primer for Exercise Science, 1995, p. 64.