

العوامل المؤثرة فى تنمية القوة العضلية

السن

يؤثر السن تأثيراً واضحاً على عمليات تنمية العمل الوظيفى للعضلات، وتصل أقصى درجات نمو الكتلة العضلية فى الرجال بين ١٨ سنة. و٢٢ سنة. أما بالنسبة للبنات فهى تحدث ما بين ١٦ سنة - ١٩ سنة. وتبقى الكتلة العضلية ثابتة تقريباً حتى سن ٣٠ - ٤٠ سنة وبعد هذا السن تبدأ الكتلة العضلية فى التناقص وحتى إن استمر التدريب، وبصفة عامة يكون معدل التناقص فى الطرف السفلى أعلى منه فى الطرف العلوى.

ويرتبط العمل الوظيفى للعضلات بالكتلة العضلية، فأقصى قيمة للقوة العضلية يمكن أن تتحقق فى سن العشرين عاماً فى السيدات وبين ٢٠ - ٣٠ سنة فى الرجال ويمكن المحافظة على مستوى القوة حتى سن (٣٥ - ٤٠ سنة) ثم تبدأ بعد ذلك فى التناقص التدريجى.

وقد أجرى **كلارك** Clarke ١٩٩٢ دراسة مقارنة لمجموعات مختلفة الأعمار للتعرف على التغيرات التى تحدث فى العمل الوظيفى، ممن يمارسون تدريبات الأثقال وغير الممارسين، فوجد أنه فى سن ٢٠ - ٣٥ هناك تشابه فى القوة القصوى، وأن الفرق بين الممارسين وغير الممارسين كان حوالى ١٣٪ وفى سن الخمسين وجد أن كلاً من الممارسين وغير الممارسين يتعرضون لانخفاض ملحوظ فى كل من كتلة العضلات وقوتها.

وقد أكدت هذه الدراسة على أن الممارسين يحتفظون بمستوى أعلى من القوة العضلية والتحمل، بمقارنتهم بغيرهم من غير الممارسين، إلا أن كلاً من هذين المتغيرين يتناقصان بشكل ملحوظ فى سن الخمسين.

وعلى الرغم من أن معظم الدراسات أفادت باضمحلال القوة العضلية بعد سن الخمسين ألا أن معدلات هذا الاضمحلال يمكن أن تتناقص باستمرار الانتظام فى تدريب الأثقال.

وقد أكدت بعض الدراسات أن غير الممارسين إذا انتظموا في تدريبات باستخدام المقاومات فإنهم سوف يحققون تقدماً ملحوظاً في العديد من جوانب العمل الوظيفي حتى في الأعمار المتقدمة، ففي دراسة لرومان Roman ١٩٩٣ اتضح أن الانتظام في برنامج تدريبي لمدة ١٢ أسبوعاً باستخدام الأثقال وبشدة عالية، أدى إلى زيادة كبيرة في حجم العضلات وكل من القوة والتحمل لأفراد في أعمار (٦٨ ± ٢ سنة).

ويوضح جدول (٨) أن حوالي ٤٠ رقماً عالمياً في رفع الأثقال تتشابه إلى حد كبير بين لاعبي المستوى الدولي والناشئين تحت ٢٣ سنة، وأن الفرق بين أرقام السن المفتوح والسن فوق ٤٠ سنة عن ١٠٪ من جملة الأرقام العالمية. في حين الأرقام العالمية لسن فوق الخمسين تقل ٢٧٪ عن أرقام السن المفتوح.

جدول (٨)

الأرقام العالمية في تمرينات الأثقال في الأزوان المختلفة والأعمار المختلفة

(مسابقة خاصة)

الوزن	تحت ٢٣ سنة	المفتوح	فوق ٤٠ سنة	فوق ٥ سنة
١ - ٥٢ ك	٥٥٢,٥	٥٨٧,٥	٥٨٧,٥	٤١٧,٥
٢ - ٥٦	٥٩٥	٦٢٥	٥٩٥	٥٢٧,٥
٣ - ٦٠	٦٢٥	٧٠٧,٥	٦٠٢	٥٢٧,٥
٤ - ٦٧,٥	٦٨٥	٧٦٢,٥	٧٢٧,٥	٦٠٢,٥
٥ - ٧٥	٧٤٢,٥	٨٥٠	٧٣٠	٦٨٥
٦ - ٨٢,٥	٨٧٥	٩٥٢,٥	٨٣٠	٧٤٥
٧ - ٩٠	٨٧٢,٥	٩٣٧,٥	٨٦٥	٧٢٢,٥
٨ - ١٠٠	٨٦٢,٥	١٠٣٢,٥	٩٢٠	٧٥٢,٥
١٠ - ١١٠	٨٨٠	١٠٠٠	٩٢٥	٨٥٧,٥
١١ - ١٢٥	٩١٢,٥	١٠٠٥	٩٨٠	٨٣٥
١٢ - فوق ١٢٥	٩٣٧,٥	١١٠٠	٩١٠	٨٧٥

مجموعة التمرينات المستخدمة فى هذه البطولة هى مد الركبتين لمرة واحدة بأعلى ثقل ، مد الذراعين من الرقود وتمرين القدرة .

تدريبات الأثقال للمبتدئين

يتطلب الأمر فى العديد من الرياضات قدرا كافيا من القوة والقدرة والتحمل لدى الأطفال الذين يمارسونها على المستوى التنافسى وتعتبر هذه المشكلة من المشكلات التى يعانى منها معظم مدربي الناشئين حيث يحتاجون إلى معرفة كيف يمكن أن يتعرض الأطفال إلى تدريبات عالية الشدة باستخدام المقاومات وما هى تأثيرات هذه التدريبات .

إن وصول الطفل إلى مرحلة البلوغ تؤدى إلى زيادة تعادل ٢٠ ضعفاً فى إنتاج هرمون التستستيرون الذى يساعد على زيادة وزن الجسم بمعدلات عالية، وبالتالي فإن إعداد الطفل فى هذه المرحلة إعداداً خاصا من الممكن أن يؤدى إلى عائد وظيفى عالى من العضلات .

لذا فإن الأطفال يجب أن يتعودوا على تدريبات الأثقال فى المرحلة السابقة لسن البلوغ حتى يتمكنوا من الاستفادة من هذه المرحلة ويحققوا أفضل النتائج . ويمكن تحقيق ذلك عن طريق برنامج لمدة (٦ - ١٢ شهراً) وبحيث تكون شدة الحمل فى هذا البرنامج منخفضة .

نظام التدريب قبل مرحلة البلوغ

يعتبر عائد التدريب خلال المرحلة السابقة للبلوغ محدوداً جداً نتيجة لإنخفاض التوازن الهرمونى وبخاصة هرمون الإستروجين . فإن التدريب يجب أن يحتوى على أعداد كبيرة من التكرارات بأحمال منخفضة (١٥ - ٢٠ تكراراً) . مع الأخذ فى الاعتبار ضرورة تصحيح الأوضاع واستخدام الأسلوب الصحيح فى الأداء وبمجرد أن يصل الطفل إلى سن البلوغ يبدأ الحمل فى الارتفاع حتى يصل إلى مستوى الحمل الذى يمكن تحريكه أورفعه بين (٨ - ١٢ مرة) مع البدء فى زيادة شدة التدريب حتى تتحقق أعلى استفادة من زيادة إنتاج هرمون الذكورة، مع الأخذ فى الاعتبار ضرورة استخدام الحد الأقصى فى بعض التمرينات ومن أهمها مد الركبتين باستخدام ثقل ، مع رفع ثقل إلى مستوى الفخذين Power Clean Dead Lift .

ففى خلال هذه المرحلة يكون معدل نمو الجهاز الهيكلى سريعاً وبالتالي فإن مقاومته لإجهادات الشد والانضغاط تكون ضعيفة وقد يتأثر نمو العظام الطويلة . كما أن ذلك سوف يؤدى إلى ضعف مقاومة العظام للأفعال المفاجئة وبالتالي سهولة تعرضها لإصابات .

أما فى البنات فإن مرحلة البلوغ تكون مصحوبة بزيادة فى إفراز هرمون الإستروجين الذى يعمل على زيادة إنتاج الدهون . وبالتالي لا تحدث زيادة فى الكتلة العضلية ، فالنسيج العضلى فى هذه المرحلة يكون فى حالة نمو لذا فإن عدم وجود هرمون التستستيرون بمعدلات معقولة لن يحقق نمواً فى كفاءة هذه العضلات .

ويمكن ملاحظة الفرق بنى الأناث والذكور فى هذه المرحلة فى أداء العديد من الرياضات ، فلاعب الجمباز لا يصل إلى أعلى المستويات إلا فى سن العشرين فى حين تحقق البنات هذا المستوى فى سن مبكرة جداً وتسبق مرحلة البلوغ .

وسوف يتم تناول موضوع السن فى جزء لاحق تفصيلاً .

الجنس أو النوع

هناك اختلافات كبيرة بين الذكور والإناث فى العديد من المتغيرات الفسيولوجية ، ففى المتوسط العام يقل طول الأناث عن الذكور بحوالى ١٣ سم كما يقل وزن الأناث عن الذكور بمتوسط ١٥ - ٢٠ ك .

والاختلاف الكبير بين الذكور والإناث فى كتلة الجسم يرجع إلى الإنتاج العالى لهرمون التستستيرون فى الذكور حيث يصل معدله إلى ١٠ أضعاف . وهذا الاختلاف يؤدى إلى الاختلافات الموجودة فى العمل العضلى بين النوعين .

وقد أكد **ولور Wilmore** ١٩٧٤ أن الإناث يمتلكون ٤٠٪ من القوة فى الذكور بالنسبة للطرف العلوى فى حين يمتلكون ٧٠٪ فى الطرف السفلى وعند حساب القوة بالنسبة لوزن الجسم فى حالة الرقود فسوف نجد أن الإناث يمتلكون ٥٥٪ من القوة عند الذكور فى الطرف العلوى وهما متشابهان فى الطرف السفلى وهذا التشابه بالنسبة للطرف السفلى يشير إلى حقيقة هامة حول الفرق فى العمل الوظيفى للعضلات بين

النوعين، وهى أن عضلات الذكور والإناث متشابهة مع وجود اختلاف واحد وهو أن الذكور لديهم عضلات أكثر.

الاختلاف بين الجنسين فى تدريبات الأثقال

أظهرت العديد من الدراسات أنه على الرغم من أن الإناث أضعف من الذكور فإن قابليتهم للإستجابة لتدريبات المقاومات تتشابه إلى حد كبير مع الذكور وفى بعض الأحيان تفوقهم. وبشكل عام فإن معظم هذه الدراسات أجريت على أفراد غير مدربين ولفترات محدودة (٦ - ١٠ أسابيع).

ويرجع السبب فى هذا التحسن بالدرجة الأولى إلى التكيف العصبى، أما بالنسبة لزيادة حجم العضلة، فإن ذلك يحدث فى الإناث ولكن بمعدل أقل من الذكور لارتباطه بنسبة هرمون التستستيرون وبالتالي فإن الإناث لا يمكن أن يحققن نفس معدلات النمو سواء كان من حيث القوة أو الحجم كما هو الحال بالنسبة للذكور. إلا فى حالات نادرة ويكون السبب هو تمتع الإناث بنسبة عالية من ذلك الهرمون بمقارنتهن بباقى الأنث.

ويمكن ملاحظة الفرق بين الذكور والإناث فى جدول (٩) ومقارنته بالجدول السابق حيث أن نسبة ما يحققه الإناث تعادل ٦٦,٤ ٪ مما يحققه الذكور.

جدول (٩)

الأرقام العالمية فى تمرينات الأثقال للسيدات (مسابقة خاصة)

مجموع الرفعات	وزن الجسم
٣٢٥,٢	٤٤
٣٩٠	٤٨
٤٢٧,٥	٥٢
٤٨٥	٥٦
٥٠٢,٥	٦٠
٥٦٥	٦٧,٥
٦٠٢,٥	٧٥
٦٠٠	٨٢,٥
٦٢٢,٥	٩٠
٦٢٢,٥	أكثر من ٩٠

تأثير الدورة الشهرية

أجريت عدة دراسات حول هذا الموضوع لمحاولة التعرف على تأثير الدورة الشهرية على مستوى الأداء، وذلك لتحديد أفضل فترات الأداء خلال أيام هذه الدورة. إلا أن آخر ما توصل إليه ديفز Davies ١٩٩١ عن طريق دراسة قوة القبضة على مدى أيام الشهر أنه يصعب تحديد ذلك حيث لوحظ أن العديد من الأرقام العالمية قد تحققت خلال وجود الحيض وقد أشار إلى أنه على كل رياضية ملاحظة حالتها

وتحديد أفضل فترات أداؤها واستخدام الأدوية المناسبة لمنع حدوث الدورة أو تنشيط حدوثها قبل أو بعد المسابقة وفقاً لما تراه مناسباً لها.

التدريبات الهوائية

أجريت العديد من الدراسات حول تأثير التدريب الهوائي على تنمية كل من القوة والقدرة فقد أجرى هكسون Hickson ١٩٨٠ دراسة مقارنة للتغيرات التي تحدث في القوة العضلية والتحمل الهوائي خلال عشرة أسابيع من التدريب شاملة (القوة - التحمل الهوائي - التدريب الذي يعتمد على القوة والتحمل الهوائي) لثلاث مجموعات تجريبية.

وقد أشارت النتائج إلى أن مجموعة القوة حققت زيادة في القوة القصوى تعادل ٤٤٪ في حين حققت المجموعة الأخيرة زيادة مقدارها ٢٥٪.

وفي دراسة مشابهة أكد كل من دادلي Dudley ودجاميل Djamil ١٩٨٥ أن التدريب الذي يحتوي على تركيبه من تمرينات القوة وتمرينات التحمل لا يحقق نفس النتائج التي يحققها تدريب القوة منفرداً.

وفي كلتا الدراستين لم يتحسن مستوى التحمل.

هذا وقد أكد هكسون Hickson ١٩٨٨ أن تدريبات الأثقال مرتفعة الشدة إذا استخدمت مع تدريبات التحمل فإنها تؤدي إلى زيادة مستوى التحمل لدى رياضي المستوى العالي.

وقد أجريت عدة دراسات على تأثير التدريب الهوائي على تنمية القوة العضلية، حيث أكد كروميالك Chromiak، مالفاني Mulvaney ١٩٩٠ أن التدريب الهوائي من خلال الجري لمسافات طويلة قد أثر سلباً على ارتفاع الوثب العمودي من الثبات. وبعد فترة من الانقطاع عن هذا النوع من التدريب عاد ارتفاع الوثب إلى مستواه السابق.

نظام الكبح

يتضح من ذلك أن ليس لتدريبات التحمل تأثيراً على القوة العضلية، وأن هذه الحالة ما زالت غير معروفة الأسباب حتى الآن، إلا أنه يمكن القول أن السبب الوحيد

المقبول هو أن تدريبات التحمل تعمل على تجنيد الوحدات الحركية البطيئة فى حين أن القوة العضلية تتطلب تجنيد الوحدات السريعة. وأن تدريبات التحمل قد تكون ذات تأثير على كبح استثارة الوحدات السريعة كما أوضحنا فى جزء سابق.

وقد يؤدى أداء تدريبات القوة والتحمل، إلى إعاقه فى عمل جهاز تنظيم تجنيد الوحدات الحركية، كترامن الوحدات وبالتالي يتم كبح تنمية كل من القوة والقدرة.

هذا بالإضافة إلى أن التنوع بين تدريبات القوة التحمل قد يؤدى إلى تغيير فى تركيز هرمون التستستيرون حيث اشارت بعض الدراسات إلى أن نسبة تركيز هرمون الزكورة لدى لاعبي المسافات الطويلة أقل من النسبة المتعارف عليها فى الأفراد العاديين. وأن هذا التناقص فى تركيز الهرمون يعنى عدم إمكانية تطوير كل من القوة والقدرة.

توصيات خاصة بالتدريب الهوائى

بما أن التدريب الهوائى يعمل على إعاقه إمكانية تنمية القوة والقدرة، فإنه يجب الأخذ فى الاعتبار أهمية هذا العامل فى تدريب معظم الرياضات على الرغم من امتناع معظم المدربين بأهمية بناء قاعدة من القدرة الهوائية قبل البدء فى تدريبات القوة والقدرة.

فإذا ما كانت المنافسة لا تتطلب مستوى عاليًا من التحمل العضلى كمسابقات الميدان (الرمى والوثب والقفز) فإنه يجب تقليل تدريبات التحمل قدر الإمكان، أما فى رياضات ككرة القدم والطائرة. حيث يتبع فترات بذل الجهود فترات راحة نسبية. فإنه يجب أن تتم عملية المواءمة بين المتطلبات وبناء التدريب.

وإذا ظهر للمدرب وجود نقص فى أى من القوة أو القدرة لدى اللاعب فإنه من المفضل عدم إضاعة المجهود فى اكتساب مستوى عالٍ من التحمل الهوائى قبل الانتهاء من تطوير هاتين الصفتين.

العوامل الوارثية

تمثل القوة العضلية والقدرة العاملين الرئيسيين فى أى أداء رياضى وعلى الرغم

من ذلك فليس من الممكن أن يتم تنمية القوة القصوى إلى الضعف، كما أن سرعة الأداء من الإمكانيات التي يصعب مضاعفة قيمتها، أى أن هناك محددات لتنمية العمل الوظيفى للعضلات ترجع إلى عدة عوامل منها العوامل الوراثية التى تؤثر فى تنمية هذه الإمكانيات البدنية ومن أهم هذه العوامل الوراثية:

- نوع الألياف

كما سبق أن أشرنا إلى أن نسبة توزيع الألياف فى العضلات هى العامل الرئيسى فى تحديد كفاءة هذه العضلات فى أداء الأعمال الموكلة إليها، وتلعب الوراثة دوراً أساسياً فى تحديد هذه النسبة. فكما أن تضخم العضلات الناتج عن تدريب المقاومات غالباً ما يكون نتيجة لزيادة فى حجم الألياف السريعة، فإن ارتفاع نسبة هذه الألياف أصلاً سوف يؤدى إلى زيادة حجم العضلة بالتبعية.

- اندغام أوتار العضلات

كما سبق الإشارة إلى أن المسافة بين مكان اندغام وتر العضلة ومحور المفصل، تؤثر بشكل كبير فى عمل العضلة مع ثبات باقى العوامل. وكلما زادت هذه المسافة، كلما زادت القوة وقد تأكد أن اندغام العضلات على مسافات معينة يرجع إلى أسباب وراثية أيضاً.

فأقوى رجل فى العالم كما يسمونه وهو **بل كازمير** Bill Kazmair أصيب فى ذراعه بحيث انفصلت العضلة ذات الثلاثة رؤوس العضدية عن موضع اندغامها ومن خلال إجراء جراحة عاجلة أمكن تركيب العضلة فى موضع اندغام أبعد من مكانها الأسمى (كازمير ١٩٩٠).

- نمط الجسم

يؤثر نمط الجسم على عمليات تنمية كل من القوة العضلية والقدرة وتحمل القوة، فالنمط الجسمانى العضلى Mesomorphy يعتبر من الأنماط التى يسهل تنمية القوة والقدرة وتحمل القوة فيها.

وقد أجرى **هارت** Hart ١٩٩١ دراسة حول علاقة النمط الجسمانى وأداء تمرين

مد الذراعين من الرقود (Bench Press) وقد أجريت الدراسة على ٥٤ فردًا واستمرت لمدة ١٢ أسبوعًا من التدريب لتنمية القوة العضلية، وقد انتهت الدراسة إلى أن النمط الجسماني العضلي قد حقق أفضل النتائج في زيادة مقدار القوة العضلية العظمى.

- طول الرافعة

يمثل طول العظام أحد الصفات الوراثية التي تؤثر بشكل كبير في إنتاج القوة، فمع ثبات باقى العوامل الأخرى فإن اللاعب الذى يتميز بذراع طويل نسبيا سوف يعانى من صعوبة فى أداء بعض تمرينات القوة كتمرين مد الذراعين من الرقود، حيث أن الثقل سوف يتحرك لارتفاع أعلى بمقارنته بلاعب يتميز بذراع أقصر. وقد أكد ذلك هارت Hart ١٩٩١ كما أكد أن اللاعب الذى يتميز بطول عظام الطرف السفلى سوف يجد صعوبة فى أداء تمرين مد الركبتين باستخدام الثقل (Squat Lift). وهذه المحددات التى تتدخل فيها الوراثة بشكل كبير يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند وضع برامج لتنمية القوة العضلية حيث يجب على المدرب ملاحظة فروق المقاييس الانثروبومترية بين اللاعبين مع الأخذ فى الاعتبار أن ما يمكن أن يكون معوقًا فى تدريبات القوة يمكن أن يشكل ميزة كبيرة فى الأداء أثناء المنافسة. فعلى الرغم من أن طول الذراع قد يكون عيبًا بحسب لغير صالح لاعب التجديف فى تدريبات القوة إلا أنه يعتبر ميزة تحسب لصالح اللاعب فى الأداء المهارى مثل لاعب الملاكمة.

العوامل النفسية

إن تجنيد كل الوحدات الحركية وشحذها للعمل بأقصى معدل فى زمن قصير نسبيا يتطلب مستوى معينًا من الجهد العقلى والإصرار وبعض من العدوانية. فقد يحتاج الجهاز العصبى لذلك لكى يكون فى حالة يقظة حادة حتى يمكن أن تنتج العضلة الحد الأقصى من القوة أو القدرة.

وقد أشارت بعض الدراسات القديمة نسبيا كدراسة اكاي Ikai وستين هوس Steinhous ١٩٦١ أن القوة الناتجة عن الانقباض العضلى يمكن أن تزيد بفعل أى أحداث خارجية مفاجئة كإطلاق أو انفجار عيار نارى أو حدوث أى مؤثر مستفز.

ويلاحظ ذلك بوضوح فى أداءات بعض رياضى رفع الأثقال والرمى ، فقد لوحظ أن بعض مدربى رفع الأثقال يعملون على استفزاز لاعبيهم قبل الخوض فى المنافسة مباشرة .

ويرى البعض أن مثل هذه الأفعال المفاجئة من شأنها وضع الجهاز العصبى المركزى فى حالة يقظة حادة ، مما يؤدى إلى إمكانية تجنيد وحدات حركية أكثر مما يكون عليه فى الظروف العادية فيصل اللاعب إلى قوته الحقيقية وبالتالي فإن نسبة فاقد القوة السابق الإشارة إليها تكون أقل ما يمكن .

ولكن يجب ملاحظة أن هناك اختلافا كبيرا فى توقيتات وصول اللاعبين إلى أقصى حالات اليقظة فقد **قارن أكاي Akai ١٩٩٢** بين ثلاث استراتيجيات مختلفة فى التدريب العقلى فى التأثير على قوة القبضة فوجد أن استراتيجية استخدام التصور العقلى قد حققت أفضل النتائج فى تنمية القوة .

لذا فإن الفروق الفردية بين اللاعبين يجب أن تكون العنصر الأساسى فى تحديد نوع التدريب العقلى المناسب وتوقيت استخدامه .

توصيات عامة

من المهم أن نتأكد أن برامج تدريب القوة باستخدام المقاومات مصممة لتدريب الجهاز العصبى بالإضافة إلى بناء العضلات الهيكلية ، وتمثل هذه النقطة أهمية كبيرة خاصة فى حالات محاولة تنمية القوة أو القدرة بنسبة معينة .

فاللاعب فى هذه الحالة يحتاج إلى وجود عامل مشجع على استمرار التدريب خاصة وأن مثل هذه التدريبات قد تؤدى إلى الملل لذا فإن المدرب مطالب بضرورة إيضاح أهمية كل تدريب سواء كانت أهمية دوره فى تنمية العمل العضلى أو منع الإصابات أو حتى تأثيره على المظهر العام وما إلى ذلك من عوامل تعين اللاعب على تحمل أعباء التدريب .

حلقة الإطالة - التقصير فى الانقباض العضلى : (SSC)

تنقسم التمرينات البدنية مبدئياً إلى نوعين رئيسيين كما هو معروف هما تمرينات الانقباض الثابت وتمرينات الانقباض المتحرك، وقد يكون هذا التقسيم مرجعه الأساسى أنواع الانقباض العضلى المعروفة.

إلا أن حقيقة ما يحدث فى الانقباض العضلى عند أداء المهام العادية أو المهام الرياضية قد لا تتخذ هذه الأشكال بصورة مجردة فأداء التمرين المعين نادراً ما يحدث فيه نوع واحد من هذه الأنواع حتى لو كان الانقباض فيه ثابتاً، فجسم الإنسان عرضة للعديد من التأثيرات الخارجية كالجاذبية الأرضية وأشكال الاحتكاك المختلفة تتطلب وجود تركيبة من العمل العضلى الشامل لهذه الأنواع من الانقباض وخاصة الانقباض بالتطويل والانقباض بالتقصير.

وتسمى الحالة بين انقباض العضلة بالتطويل وانقباضها بالتقصير وهو ما يحدث بالفعل فى الحركات اليومية كالمشى مثلاً وفى معظم الحركات الرياضية بحلقة الإطالة والتقصير فى العمل الوظيفى للعضلات، حيث قد تتعرض العضلة إلى قوى تجعلها تعمل وهى تطول فى حين أن الجزء الأساسى من عملها أثناء الحركة يكون الانقباض بالتقصير. فخفض الثقل فى تمرين ثنى الذراعين يتطلب عملاً عضلياً من العضلة القابضة للمرفق وفى هذه الحالة تكون العضلة فى حالة عمل وهى تطول، ومع تكرار التمرين فإنها تتحول إلى انقباض بالتقصير.

وتتميز حركات الإنسان بوجود هذه المرحلة أو الحلقة، حتى يتحقق زيادة فى الشغل الناتج عن الانقباض بالتقصير، فهناك فرق كبير فى مقدار الشغل الناتج عن هذه الحلقة بمقارنته بالشغل الناتج عن الانقباض بالتقصير فقط دون أن يسبقه انقباض بالتطويل.

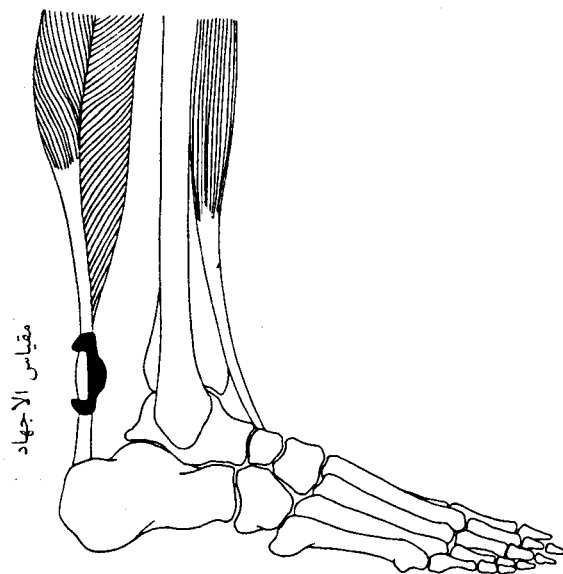
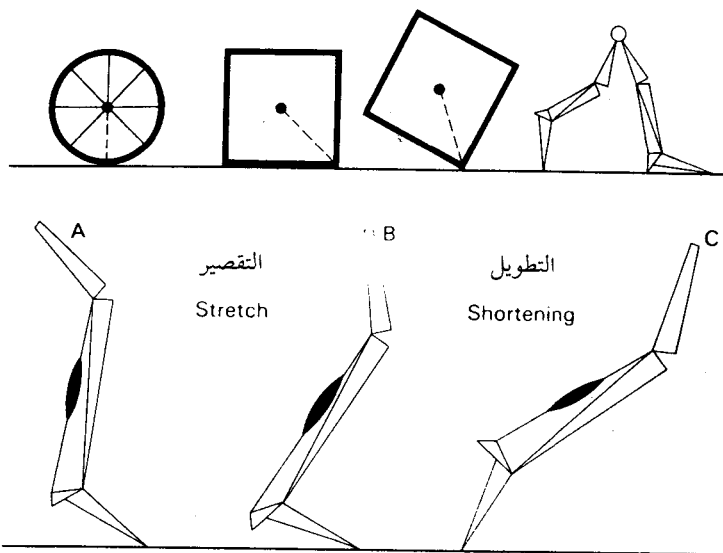
وترتبط هذه الحالة بالمبدأ الأساسى فى توليد الطاقة عن طريق الإطالة والاستفادة بالمخزون الناتج منها.

ومنذ أن تناول كفافنا Cavagna ١٩٦٥ هذا الموضوع فى تفسير ميكانيزمات

العمل العضلى باستخدامه لعضلات منزوعة من أجسام الحيوانات، تعددت الدراسات التى تبحث فى ظاهره (SSC) .

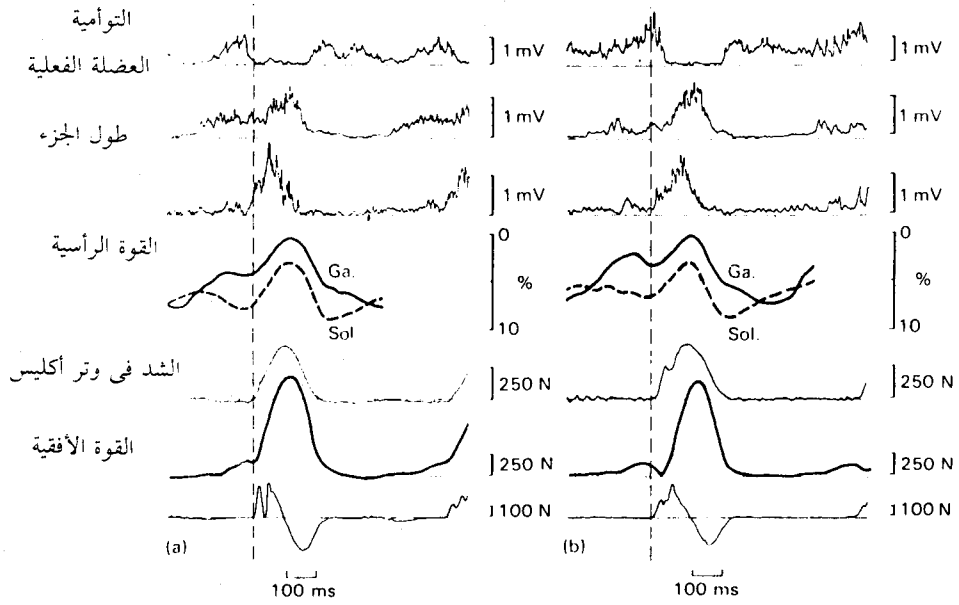
إلا أن تحديد هذه الحلقة فى عمل عضلة بعينها عند أداء تمرين معين يعتبر غاية فى الصعوبة، حيث تحتوى التمرينات على مشاركة أكثر من مفصل وبالتالي أكثر من مجموعة عضلية لكى يخرج التمرين بدرجة عالية من الدقة والتوافق، تشارك فيه كل عضلة بواجب محدد. وبالتالي فإنه يصعب تحديد مقدار الطول الذى يحدث فى وتر العضلة عند تعرضها للإطالة وكذلك مقدار ما يصل إليه طول الوتر عند بدء الانقباض بالتقصير.

وتعتبر تجربة **بافوكومى** Pavokomi ١٩٩٠ والتى أجراها على عدد من المتطوعين للكشف عما يتعرض له وتر اكيلس فى تغيير فى الطول عند حدوث هذه الحالة أو الحلقة فى إنقباض كل من العضلة التوأمية والنعلية باعتبارهما عضلتين مشتركيتين فى وتر واحد وتعملان أثناء كل من المشى والجري والوثب، من التجارب الفريدة فى هذا المجال، ويوضح شكل (٣٣) طبيعة حدوث هذه الحلقة فى انقباض العضلتين معاً.



شكل (٣٣) مكان مقياس الاجهاد عن وتر اكيلس للتعرف على حالة (الاطالة - التقصير) التي يمر بها العضلة أثناء الارتكاز في الجرى

ويوضح شكل (٣٤) وجود زيادة حادة في القوة خلال مرحلة الإطالة والتي تتميز بتغير قليل في الطول.



شكل (٣٤) تسجيل القوة الناتجة في وتر أكليس والتغير في طول كل من العضلتين النعلية والتوأمية عند الارتكاز للجري باستخدام منصة قياس القوة

(a) الجري على المشط

(b) الجري على الكعب