**التأثيرات الوظيفية للتدريب الرياضي على القابلية العضلية :
1.التأثيرات الوظيفية للقوة العضلية: هناك عدد من التأثيرات الوظيفية تحدث كنتيجة لتدريبات القوة العضلية ، منها ما هو مؤقت ومنها ما هو مستمر، والتأثيرات المؤقتة هي تلك الاستجابات الفسيولوجيةالمباشرة التي تنتج عن أداء تدريبات القوة العضلية والتي سرعان ما تختفي بعد أداءالعمل العضلي بفترة كالزيادة المؤقتة في حجم الدم المدفوع من القلب وتغير سرعة سريانه.أما بالنسبة للتأثيرات الفسيولوجية المستمرة فالمقصود بها هو مايطلق عليه مصطلح** التكيف **والتأثيرات المستمرة التي تحدث غالبا في الجهاز العصبي وفي العضلة نفسها ويمكن تقسيمها إلى أربعة أنواع مورفولوجية، أنثربومترية، بيوكيميائية عصبية.**

**أ. التأثيرات المورفولوجية: تؤدي تدريبات القوة العضلية إلى حدوث بعض التغيرات المورفولوجية (الشكلية) في جسم اللاعب وأهم هذه التغيرات مايأتي:**

**اولا"-زيادة المقطع الفسيولوجي للعضلة: ويقصد به مجموع كل ألياف العضلةالواحدة ويرجع سبب زيادة المقطع الفسيولوجي للعضلة إلى عاملين: أحدهما يطلق عليه مصطلح زيادة الألياف والآخر يطلق عليه مصطلح تضخم الليفة ويختلف العلماء حول أسباب نمو العضلة وزيادة مساحة مقطعها الفسيولوجي بين اتجاهين فيرى البعض أن هذا التغيريحدث نتيجة لزيادة عدد الألياف بالعضلة الواحدة حيث لوحظ ذلك بالنسبة للاعبي رفع الأثقال وكمال الأجسام بينما يؤكد الرأي الآخر على أن عدد الألياف العضلية يتحدد في كل عضلة وراثيا ولا يتغير مدى الحياة وأن نمو العضلة يحدث عن طريق زيادة محتوى الليفة العضلية من المكونات التالية:
(1)زيادة عدد وحجم اللويفات العضلية بكل ليفة.
(2)زيادة حجم المكونات الانقباضية وخاصة خيوط المايوسين .
(3)زيادة كثافةالشعيرات الدموية بكل ليفة عضلية .
(4) زيادة كميات الأنسجة بشكل عام وزيادة قوةالأنسجة الضامة والأوتار والأربطة.وتتراوح قوة السنتيمتر المربع الواحد من مساحة المقطع الفسيولوجي للعضلة ما بين 4- 8 كيلوغرام، ويتأثر حجم المقطع الفسيولوجي بطبيعة تدريبات القوة العضلية فتدريبات القوة العظمى تؤدي إلى زيادةالمقطع على حساب زيادة عدد اللويفات ومحتوياتها الانقباضية كالأكتين والمايوسين بمايحتويه هذا الجدار من شعيرات دموية ومايوكلوبين ومايتوكندريا لتوفير عمليات إنتاج الطاقة اللازمة لعمل العضلة لفترة أطول نسبي .
ثانيا"-زيادة حجم الألياف العضليةالسريعة: يزيد حجم الألياف العضلية السريعة أكثر منه بالنسبة للألياف العضليةالبطيئة تحت تأثير تدريبات القوة العضلية، وترتبط زيادة الحجم تبعا لنوعية التدريب فكلما كانت شدة التدريب مرتفعة مع عدد تكرارات أقل زادت ضخامة الألياف السريعة. أن لاعبي رفع الأثقال يتميزون بضخامةالألياف العضلية السريعة تحت تأثير نوعية التدريبات الخاصة بهم بينما يزيد تضخم الألياف العضلية البطيئة لدى لاعبي كمال الأجسام لاستخدامهم شدة أقل وعدد أكبر من التكرارات عند أداء جرعاتهم التدريبية.
 ثالثا"-زيادة كثافة الشعيرات الدموية: تقل كثافة الشعيرات الدموية للألياف العضلية تحت تأثير تدريبات الشدة العالية ذات التكرارات القليلة (لاعبي رفع الأثقال) وعلى العكس من ذلك بالنسبة للاعبي كمال الأجسام حيث تزداد لديهم كثافة الشعيرات الدموية، مما يسمح للعضلة بالقدرة على الاستمرار في العمل العضلي فترة طويلة مع توافر مايحتاجه من مواد الطاقة، هذا وتسمح فترات الراحة القصيرة للاعبي رفع الأثقال بالتخلصمن حامض اللاكتيك المتراكم بالعضلات العاملة .
 رابعا"-زيادة حجم وقوة الأوتاروالأربطة: تحدث زيادة حجم وقوة الأوتار والأربطة تحت تأثير تدريبات القوة كنوع من التكيف لحمايتها من الضرر الواقع عليها نتيجة زيادة قوة الشد وهذا التغير يعمل على وقاية الأربطة والأوتار من التمزقات ويسمح للعضلة بإنتاج انقباض عضلي أقوى .
 ب. التأثيرات الأنثرويومترية: تتلخص معظم التأثيرات الأنثروبومترية لتدريبات القوة العضلية في حدوث بعض التغيرات في تركيب الجسم وتتركز معظمها في مكونين أساسيين هما: كتلة الجسم بدون الدهن ووزن الدهن بالجسم والمكونان معا يشكلان الوزن الكلي للجسم، فمثلا إذا كان وزن شخصما هو 100 كيلوجرام، وكانت نسبة الدهن بجسمه تعادل 20% من وزن الجسم يكون
وزن الدهن بالجسم = 20كيلوجرام
ووزن الجسم بدون دهون= 100 \_ 20 = 80 كيلوجرام
فالمجموع= 100كيلوجرام هو الوزن الكلي .
ويعمل برنامج تنمية القوة العضلية على زيادة الجسم بدون الدهن ونقص نسبة الدهن بالجسم، وقد لا تحدث زيادة ملحوظة في الوزن الكلي للجسم.
 ج. التأثيرات البيوكيميائية: وتتلخص التأثيرات البيوكيميائية في تحسين عمليات إنتاج الطاقة اللاهوائية، وكذلك الهوائية بنسبة أقل ويرتبط بذلك زيادة نشاط الأنزيمات الخاصة بإطلاق الفوسفات( ATP) والفوسفوكرياتين (PC) والاستجابات الهرمونية وتتلخص التأثيرات البيوكيميائية في النقاط التالية:
اولا"-زيادة مخزون العضلة من مصادر الطاقة الكيميائية: يزيد مخزون الطاقة من(ATP) و (PC) وهي المصادرالكيميائية لإنتاج الطاقة السريعة دون الحاجة إلى الأوكسجين، وتشير النتائج إلى زيادة الفوسفوكرياتين بنسبة 22% والادينوسين ثلاثي الفوسفات بنسبة 18% نتيجة برنامج تدريبي لفترة خمسة أشهر.
ثانيا"-زيادة مخزون الكلايكوجين: تحتاج الطاقة الهوائية واللاهوائية إلى تكسير الكلايكوجين لإنتاج الطاقة وتؤدي تدريبات القوة إلى زيادة مخزون العضلة من الكلايكوجين.
 ثالثا"-زيادة نشاط الأنزيمات: تعمل الإنزيمات كمفتاح لحدوث التفاعلات الكيميائية اللازمة لإنتاج الطاقة وبدون نشاطها لا تحدث التفاعلات الكيميائية ولكل إنزيم وظيفته الخاصة ويزداد نشاط هذه الإنزيمات تحت تأثير تدريبات القوة العضلية لتكون عاملا أساسيا في تحرر الطاقةاللازمة لحدوث الانقباض العضلي حيث أثبتت الدراسات ان زيادة نشاط إنزيمات إنتاج الطاقة اللاهوائية الخاصة بالمركبات الكيميائية( ATP) و( (PC، وكذلك إنزيمات إنتاج الطاقة اللاهوائية عن طريق نظام حامض اللاكتيك مثل إنزيم فوسفوفوكتوكاينيز وإنزيم لاكتات ديهايدروجينيز غير أن هذه التغيرات ترتبط أساسا بنوعيةالتدريب وطبيعة تشكيل الحمل من الشدة والحجم وفترات الراحة.
 رابعا"-استجابةالهرمونات: ترتبط الهرمونات بجميع وظائف الجسم وتعمل على تنظيمها وقد ركزت معظم الدراسات على علاقة هرموني التستوستيرون وهرمون النمو بالتضخم العضلي واكتساب القوة، وتشير نتائج هذه الدراسات إلى ملاحظة زيادة هرمون التستوستيرون بعد تدريبات الأثقال وخاصة لدى الرجال، وقد يكون ذلك أحد أسباب القوة لدى الرجال مقارنة بالسيدات غير أن دور هذا الهرمون وتأثيره ما زال يحتاج إلى مزيد من البحث والدراسة ويرتبط نمو الأنسجة العضلية بهرمون النمو لدوره المهم في العملية البنائية، وقد لوحظ زيادته نتيجة أداء تدريبات القوة.
 د. التأثيرات العصبية: تعدالتأثيرات المرتبطة بالجهاز العصبي من أهم التأثيرات المرتبطة بنمو القوة، وقد تكون هي التفسير لزيادة القوة العضلية بالرغم من عدم زيادة حجم العضلة، كما أنها قد تفوق في تطورها الزيادة التي تحدث في حجم العضلات ويمكن تلخيص هذه التأثيرات فيمايلي:
اولا"-تحسين السيطرة العصبية على العضلة: يظهر ذلك في إمكانية إنتاج مقدار أكبرمن القوة مع انخفاض في النشاط العصبي، كما يظهر من خلال دراسات رسم العضلات الكهربائي وبالتالي إذا ما ارتفع مستوى النشاط العصبي زاد تبعا لذلك تعبئة عدد أكبرمن الألياف العضلية للمشاركة في الانقباض العضلي وزيادة القوة العضلية.
 ثانيا"-زيادةتعبئة الوحدات الحركية: ترتبط القوة الناتجة عن الانقباض العضلي بمقدار الوحدات الحركية المشاركة في هذا الانقباض، وتحت تأثير تدريبات القوة تزداد قدرة الجهاز العصبي على تجنيد عدد أكبر من الوحدات الحركية للمشاركة في الانقباض العضلي، وبذلك تزيد القوة العضلية مع ملاحظة أن تجنيد جميع الوحدات الحركية بالعضلة لا يمكن أن يقوم به الجهاز العصبي وتبقى دائما بعض الوحدات الحركية بصفة احتياطية لا تشترك في الانقباض العضلي وتزداد درجة اشتراك البعض منها تبعا لزيادة درجة المثير للجهازالعصبي، ولذلك تزداد القوة العضلية الإرادية عند سماع طلق ناري أو سماع صياح مفاجئ بصوت عال.
 ثالثا"-زيادة تزامن توقيت عمل الوحدات الحركية: ويعني ذلك أن الوحدات الحركية تختلف في سرعة استجابات أليافها للانقباض العضلي حيث لا يظهر التزامن في عملها في البداية تحت تأثير التدريب فتقترب توقيتات استجاباتها لتعمل معا في توقيت موحد بقدر الإمكان، ولهذا تأثيره على زيادة إنتاج القوة العضلية.
 رابعا"-تقليل العمليات الوقائية للانقباض: تعمل العضلة على حماية نفسها من التعرض لمزيد من المقاومة أو الشد الذي يقع عليها نتيجة زيادة قوة الانقباض العضلي بدرجة لا تتحملهاالأوتار والأربطة وذلك عن طريق رد فعل عكسي للعضلة من خلال الأعضاء الحسية الموجودةبالأوتار مثل أعضاء كولجي التوترية التي تعمل على تقليل استثارة الوحدات الحركيةلتقل قوة الانقباض العضلي، وذلك لحماية الأوتار والأربطة وتظهر مقاومة الأعضاءالحسية بصورة أكبر لتقلل من مستوى القوة الناتجة عند استخدام كلا الطرفين معا حيثوجد أن مقدار القوة الناتجة عن انقباض عضلات الرجلين معا يكون أقل من مجموع القوةالناتجة عن كل رجل على حدة .وقد أطلقعلى هذاالفرق مصطلح (العجز الثنائي) والتدريب باستخدام كلا الطرفين يساعد على تقليل هذاالعجز.
ه. تأثيرات الجهاز الدوري: تؤدي تدريبات القوة العضلية إلى حدوث بعض التغييرات الفسيولوجية والمورفولوجية للجهاز الدوري حيث تبين أن لاعبي القوة تتميز عضلة القلب لديهم بزيادة سمك الجدار عن الأشخاص العاديين مع تجويف بطيني قي الحدود العادية ويرجع ذلك إلى طبيعة عمل القلب في تلك الرياضات التي تحتاج إلى زيادة قوة دفع الدم لمواجهةارتفاع مستوى ضغط الدم أثناء التدريب.
ويرتفع الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين تحت تأثير تدريبات القوة العضلية وخاصة عند استخدام نظام التدريب الدائري غير أنهذه الزيادة لا تعادل ما يمكن تحقيقه عن طريق برامج تدريبات التحمل.
2.التأثيرات الفسيولوجية للتحمل العضلي:
يؤدي التدريب الرياضيبهدف تنمية التحمل إلى حدوث عملية التكيف على أداء أعمال بدنية بدرجة معينة منالقوة لفترة أطول في مواجهة الإحساس بالتعب، ويتطلب ذلك حدوث بعض التأثيراتالفسيولوجية والكيميائية والعصبية، وتتلخص معظم هذه التأثيرات في اتجاهين: أحدهمايرتبط بالجهاز العصبي وثانيهما يرتبط بتحسن نظم إنتاج الطاقة اللاهوائيةوالهوائية .
أ. التغيرات العصبية: نظرا لاستخدام شدات منخفضة نسبيا لتدريبالتحمل العضلي فإن العضلة لا تعمل بالجزء الأكبر من أليافها العضلية ويبقى دائماهناك جزء لا يشترك في الانقباض العضلي، ويتحكم في تنظيم ذلك الجهاز العصبي المركزيمن خلال ارتباط الألياف العضلية به عن طريق الوحدات الحركية، حيث تقوم الوحداتالحركية بتناوب العمل فيما بينها فتعمل بعض الوحدات الحركية حتى مرحلة التعب ثمتتناوب عنها مجموعة أخرى وهكذا، وبهذه الطريقة يستمر العمل العضلي لأطول فترةممكنة، وبالتدريب المنتظم تتحسن عمليات التوافق العصبي العضلي بما يحقق تنظيم عملالوحدات الحركية ودقة تقدير المقاومة التي تواجهها العضلة وتعبئة العدد المناسب منالوحدات الحركية التي تشارك في الانقباض العضلي.
ب. تحسن التحملاللاهوائي للعضلة: ويعني ذلك قدرة العضلة على العمل ذي الشدة القصوى لأطول فترةممكنة في مواجهة التعب حتى دقيقتين، وقد يكون العمل العضلي ثابتا أو متحركا، ويظهرالعمل العضلي الثابت عند اتخاذ أوضاع ثابتة في الجمباز (زاوية أو ارتكاز علىالمتوازي، تعلق في وضع التقاطع على الحلق) والعمل المتحرك يظهر في العدو مسافاتمتوسطة أو قصيرة.
والمشكلة الرئيسية التي تواجهها العضلة في هذا النوع من الأداءتتمثل في نقص الأوكسجين الوارد إليها وعدم كفايته لإنتاج الطاقة المطلوبة بسرعة،وهذا يؤدي إلى الاعتماد على إنتاج الطاقة اللاهوائية وزيادة نسبة تركيز حامضاللاكتيك في العضلة مما يسبب سرعة الإحساس بالتعب العضلي، ومع التدريب المستمرتتحسن كفاءة العضلة في التحمل وذلك بواسطة ثلاث طرق هي:
ج.تقليل معدل تجمع حامضاللاكتيك: ويتم ذلك عن طريق تحسن عمليات استهلاك الأوكسجين بالعضلة مما يؤدي إلىزيادة عمليات أكسدة حامض البيروفيك وتحوله إلى حامض اللاكتيك بالليفة العضلية.
د.زيادة التخلص من حامض اللاكتيك: تتحسن عمليات التخلص من حامض اللاكتيك عن طريقانتشاره من الخلايا العضلية العاملة إلى الدم والعضلات الأخرى غير العاملة والقلب،ويساعد في ذلك عمل الجهاز الدوري.
ه.زيادة تحمل اللاكتيك: عند زيادة حامضاللاكتيك بالرغم من مقاومة العضلة لذلك سواء بزيادة استهلاك الأكسجين أو بالتخلص منحامض اللاكتيك عن طريق انتشاره، فإن اللاعب يشعر بالألم في العضلة، ولكن بزيادةالتدريب والدوافع تتحسن قدرة اللاعب على تحمل هذا الألم ويستطيع الاستمرار فيالأداء بالرغم من شعوره بذلك.
3. تحسن التحمل الهوائي بالعضلة: ويعني ذلكزيادة قدرة العضلة على العمل العضلي ذي الشدة المعتدلة لفترة طويلة اعتمادا علىإنتاج الطاقة الهوائية باستهلاك الأوكسجين، وهذا يرجع إلى كفاءة العضلة والأجهزةالمسئولة عن توصيل الأكسجين لها، كما يلي:
أ-تتحسن كفاءة الألياف العضليةالبطيئة بزيادة كمية المايوجلوبين الذي يقوم بمهمة نقل الأوكسجين داخل الليفة العضليةإلى المايتوكندريا لاستهلاكه، وزيادة عدد المايتوكندريا نفسها وهي بيوت إنتاج الطاقةداخل الليفة العضلية، وكذلك زيادة انتشار الأوكسجين وسرعة التخلص من مخلفات التمثيلالغذائي.
ب-تحسن عمل الأجهزة الموصلة للأوكسجين كالجهاز التنفسي والجهاز الدوريوزيادة كفاءة الدم. بحيث يمكن توفير كميات أكبر من الأوكسجين للعضلة وتخليصها منمخلفات التعب العضلي.
ونتيجة تدريب التحمل يقل تركيز الكلوكوز في الدم(نتيجة ازدياد عملية استهلاك الطاقة) وزيادة الدين الأوكسجيني وتغيير نسبة حامضيةالدم. فكمية الدم التي يدفعها قلب الرياضي أثناء التحمل في كل ضربة تصل إلى ثلاثةأمثال ما يدفعه قلب الغير رياضي الذي يضطر لرفع عدد ضربات القلب للوصول إلى الكميةالتي يحتاج إليها الجسم خلال الحمل، وإن سبب قلة حجم الدم في كل ضربة يكون نتيجةصغر حجم القلب قياسا بحجم قلب الرياضي أثناء التحمل.
كما يؤثر تدريب التحملعلى ضغط الدم حيث يختلف الفرق بين الضغط الانقباضي الذي يرتفع عن معدله، وبين الضغطالانبساطي الذي ينخفض عن معدله، وهو يتراوح عند الرياضيين الذين يزاولون فعالياتالتحمل بين 105- 130 للانقباض وبين 60- 89 للانبساط.
كما تحدث تغيراتفسيولوجية على الجهاز التنفسي، وتعد تغيرات وظيفية إيجابية مثل نمو عضلات الصدر،وزيادة مسطح الرئتين، وتطوير حجمها مما يؤدي إلى عمق التنفس، وكفاية في عضلات الصدرالتي تؤدي إلى اتساع القفص الصدري وتحسينه، ويزيد من عملية تبادل الغازات بين الدموالحويصلات الهوائية والاقتصادية في حركات التنفس بسبب زيادة السعة الحيوية، والذييؤدي إلى زيادة قدرة الجسم على التهوية الرئوية القصوى. فالتحمل مهما يكن نوعهودرجته سوف يؤدي إلى زيادة معدل التنفس لدى الرياضي.
4.التأثيراتالفسيولوجية للمرونة:
يجب أن يكون الهدف الأساسي لتدريبات المرونة هو التأثيرعلى تحسين مطاطية العضلات والأوتار والأنسجة الضامة المحيطة بالمفاصل، وهي الأجزاءالأكثر تأثرا بالتدريب، ويجب أن يؤخذ في الاعتبار أن تحقيق المرونة المثلى يتميزبالوصول إلى درجة تزيد عن المقدار الذي يتم خلاله المدى الحركي خلال المنافسة، وهذاالمدى الزائد يطلق عليه احتياطي المرونة، وهذا الموضوع يحمل مفهوما آخر هو أن تنميةالمرونة يجب أن تكون في حدود معينة وليس إلى ما لا نهاية مثلما نلاحظ ذلك في حالةقدرة شخص ما على أداء حركات غير طبيعية للمفاصل تزيد بكثير عن الحد الطبيعي المناسبللمدى الحركي، حيث إن ذلك يعني تحقيق حالة غير مرغوب فيها وهي حالة زيادة الحركيةالتي تعني زيادة مرونة المفاصل أكثر من المدى الفسيولوجي الذي يجعل المفصل عرضةفيما بعد لحدوث تغيرات سلبية تمنع سريان الدم المحمل بالأكسجين حول المفصل وتفككالأربطة والمحافظ التي تحيط به.
إن انخفاض درجة المرونة يؤدي إلى ضعف فيالأداء أو نقص في أداء المهارة نتيجة استهلاك العضلات للطاقة أكثر من اللازم ممايؤدي بإحساس العضلة بالتعب وإصابتها بالشد العضلي أو التمزق.
ومن مميزاتاكتساب المرونة وبدرجة عالية أنها تؤدي إلى تقليل احتمالات الإصابات العضليةوالعظمية وزيادة مقاومة العضلات للالتهابات الناتجة عن عدم الاستخدام المستمرللعضلات في حركات مثل الرقود واللف والتمدد.
عموما تنخفض درجة المرونة لدىالأشخاص غير الرياضيين مقارنة بالأشخاص الرياضيين وذلك بسبب عدم تدريب العضلات علىالإطالة وبقائها ثابتة لمدة طويلة، لدرجة أنه حتى الرياضي إذا انقطع عن التدريبفإنه يفقد المرونة بسرعة ولهذا يجب على الرياضي التدريب لتنمية عنصر المرونة دائمالأن أسلوب الحياة والعادات الصحية السيئة مثل الخمول والجلوس غير الصحي والوقوفمنتصبا لفترة طويلة من الزمن جميعها لها تأثير على تقصير طول العضلات والأوتارالعضلية وهذه تعتبر كافية في تعرض الجسم لإصابات أسفل الظهر وعدم التوازن الطبيعيبين كل عضلتين متجاورتين وبذلك يضعف الأداء الحركي بينهما.**

أسئلة المحاضرة :

1. ما هي التأثيراتالوظيفيةللقوةالعضلية؟
2. ما هي التأثيراتالفسيولوجيةللمرونة؟
3. ماهيالتأثيراتالفسيولوجيةللمرونة؟
4. بين التأثيراتالمرتبطةبالجهازالعصبيمنأهمالتأثيراتالمرتبطةبنموالقوة.
5. ما هي التأثيراتالبيوكيميائيةفيتحسينعملياتإنتاجالطاقةاللاهوائية،والهوائية؟