الدكتوراه – المحاضرة الثالثة
2009- 2008

البيوميكانيك الداخلي - الجزء 2

قانون بقاء الطاقة – التاثيرات الفسيولوجيه للحركة بتعجيل – قوة مرونة العضلات والعظام والاجهاد والانفعال

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

قانون بقاء الطاقة

- الشغل كمية فيزيائية غير متجهة تقاس بوحدة "الجول" ويعرف الجول بانه" مقدار الشغل المبذول عندما تقوم قوة ثابتة مقدارها 1 نيوتن بازاحة جسم ما مسافة 1 متر واحد في اتجاه تاثير القوة"
- ويقال ان لدى هذا الجسم طاقة تقاس هي الاخرى بوحدة الجول/ث ، وتصنف طاقة الحركة الميكانيكية الى طاقة حركية وطاقة وضع(كامنه) ، اما طاقة الحركة لجسم فتعرف بقدرته على بذل شغل بسبب حركته . فإذا كانت كتلة الجسم m وسرعته حركته v فإن طاقته الحركية تعطى بالمعادلة الاتية: Kinetic E.

- $E_k = \frac{1}{2} m v^2$

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- اما طاقة الوضع (الكامنه) لجسم فتعرف بقدرته على بذل شغل بسبب وجوده في موضع يمكنه من بذل ذلك الشغل فمثلا اذا كان الجسم على ارتفاع h من سطح الارض وتُرك ليسقط سقوطاً حراً فإن الشغل المبذول في السقوط يساوي قوة جذب الارض للجسم (أي وزن الجسم w) مضروبا في مسافة السقوط h ، اي ان طاقة الوضع Potential.E تعطى بالمعادلة الاتية:

- $E_p = wh$ و= $m\ g\ h$
  - حيث h ارتفاع الجسم ،m كتلة الجسم ،g الجاذبية الارضية
  - وبالنسبة للقدرة Power فتعرف بانها معدل بذل الشغل بوحدة الزمن وتقاس بالجول / ثانية ،او الواط W
  - $P=w/t$ $p=F\ d\ /t$

- وينص قانون بقاء الطاقة على ثبات كمية الطاقة الموجودة في نظام معين (كجسم الانسان مثلا) بحيث يمكن ان تتحول من صورة الى اخرى،

- اوضح اينشتاين نظريا ان الطاقة المتحررة عن تحول كتلة من المادة هي :
- الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء
- وتكون الطاقة المتحرره عن كيلو غرام واحد من المادة هي:

الطاقة= $1\times(3\times10^{8})^{2}$ = 3×10^{16}

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- من اجل ذلك يمكن ان تتحول الطاقة الحيوية (الطاقة التمثيلية المتولدة من الغذاء) الى طاقة اخرى هي الطاقة الميكانيكية وكما يلي:
- ان الطاقة الحيوية التي يمتلكها لاعب السرعة يجب ان تسخر الى شكل اخرمن الطاقة وهو الطاقة الحركية (ط ح=0.5 ك س^2) اذ ان الطاقة الحركية تمثل ناتج الكفاءة البدنية ×الطاقة التمثيليه (الحيوية)
- اي ان الكفاءة البدنية = الطاقة الحركية/الطاقة التمثيلية، ولما كانت الطاقة الحركية تعني الشغل الميكانيكي الناتج من قوة العضلات لتحريك الجسم مسافة محددة وبأقل زمن ممكن ، فان الطاقة التمثيلية تعني الشغل التمثيلي.
- لذا فان الطاقة الحركية يمكن ان تستخدم لتحديد الشدة لزمن الاداء القصوي السريع باعتبارات هذا الزمن وكتلة الرياضي. شدة التدريب = الزمن القصوي/ مربع الشدة المطلوبة
- ط ح المطلوبة للتدريب = الطاقة الحركية ×الشدة المطلوبة
- ويستخدم هذا القانون لتدريب المستويات العليا فيما يخص تدريب السرعة باعتبارات ان اللاعبين غير متساويين في اوزانهم.

ويستخدم قانون شدة التدريب = الزمن القصوي/ مكعب الشدة المطلوبة

والذي اعتمدنا في اشتقاقه على قانون الشغل الميكانيكي. وفي هذا القانون يمكن ان نعتمد على القوة الانفجارية والقوة السريعة التي يتميز بها لاعب عن اخر في تحديد شدة التدريب باعتبار ان الشغل هو ناتج القوة المبذولة بالعضلات في المسافة المقطوعة ،لذا فأن القوة هي العامل الرئيسي في استخدام هذا القانون، ويمكن استخدام هذه الشدة في تدريب ابطال العالم الذين قد يتشابهون في اوزانهم وانجازاتهم ويبقى الفارق بينهم هو مستوى القوة العضلية لديهم.

الشدة = الجهد المبذول /الزمن ، والجهد المبذول يعني (القوة ×المسافة) ،لذا فالشدة = القوة×المسافة/الزمن ، والمسافة/ الزمن تعني السرعة لذا فالشدة تساوي القوة في السرعة.ولما كان الشغل يعني القوة×المسافة وهو يعني الطاقة الحركية المكتسبة باعتبار ان الطاقة الحركية = 1\2ك س^2 ، والشغل =ق م ، وبما ان ق=ك ج ، والتعجيل =س^2 \ 2م لذا نستنتج ان ق=ك× س^2 \ 2م

اذن ق م = 1\2 ك س^2 ، اذن الشغل =الطاقة الحركية اذن يمكن ان نصوغ قانون الشدة وفقا لما يأتي:

شغل = طاقة حركية اذن الشدة المطلوبة = 1\2 ك س^2 /ن أي 1\2 ك (م/ن) ^{2} /ن و = 1\2 ك م ^{2} /ن^3

اذن الشدة = 1\2 ك م ^{2} /ن^3

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009

- مثال : رياضي كتلته 80 كغم وانجازه في 100 متر هو 11 ثانية؟ حدد الشدة له وفق قانون الشغل ووفق ما يمتاز به من قوة داخلية؟
- الحل :الزمن القصوي هو 11ث يمثل 100%
- الشغل القصوي 100% = 1\2 × 80كغم×(100م) ^{2} /(11) ^{3}
- = 40× 10000/ 1331
- = 300.525 جول يمثل الشغل القصوي المبذول بالعضلات
- اذا اريد التدريب بـ 90% من الشغل القصوي فكم يكون الزمن وفق هذا المبدأ :
- 300.525 ×0.90 = ½× 80×(100) ^{2} /(ن) ^{3}
- اذن الزمن = 11.4 ث وهو غير الزمن المحتسب بالشدة التقليدية او بقانون الطاقة الحركية.
- وهذا القانون يعطي اهمية لقوة العضلات المبذولة كقوة داخلية في التعامل مع الجاذبية كقوة خارجية مما يحتم على العاملين التوجه نحو تطوير القوة العضلية بمختلف مظاهرها لزيادة قدرة الفرد وتحقيق الانجاز ، وهذا بحقيقته يعد توجها جديد في رياضة المستويات العليا.

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

مثال اخر للبيوميكانيك الداخلي

-نجد مثلا ان ضخ الدم من القلب يتم باندفاع حوالي 60غرام من الدم الى اعلى بسرعة تقدر 1 م/ث في زمن 0.10ث أي بكمية حركة تقدر 0.06 كغم. م/ث ،وتكون قوة رد الفعل اسفل (قانون نيوتن الثالث) حوالي 0.6 نيوتن ، وهي قيمة كافية لحدوث زيادة ظاهرية محسوسة في قوة الجاذبية على الجسم (وزن الجسم).

- مثال اخر: مامقدار القوة الداخلية المبذولة لايقاف اللاعب او راكب الدراجة اوسائق سيارة السباق؟

- عند ايقاف السيارة بتعجيل قليل مثل (2.45م/ث^2) لمدة تتراوح بين خمس – ثمان ثواني لايشعر السائق باي تعب.

- ويبدأ احساسه بعدم الارتياح عندما يكون التناقص بالتعجيل(4.41م/ث ^{2}) وتستمر لمدة 3.5ث، ويصل الضيق اقصاه عندما يقود بتعجيل(6.86م/ث ^{2}) لمدة ثلاث ثواني ، اما في حالات الايقاف المفاجئ بتعجيل يتراوح قمته بين(196-980 م/ث ^{2}) لمدة عشر الثانية فإن الانسان لايتحمل القوة الناتجة عن ذلك.

- وجد في معظم حوادث السيارات ان تعجيل تناقصي قيمته 25×9.8 يعتبر قاتل بالنسبة للانسان ، ماهي القوة التي تؤثر على رجل كتلته 70 كغم عندما يتعرض لهذه الايقاف وهو بالسيارة؟

-ق = ك ج =- 70×25 ×9.8 = -17160 نيوتن

-والاشارة السالبة تعني التعجيل السالب ولذا فان القوة تؤثر على الرجل في عكس عقارب الساعة

ارتباط الطاقة الحيوية التي يحصل عليها الانسان من الكلوكوز بالطاقة الحركية

- اذا علمنا ان معادلة التأكسد لمول (*)واحد من الكلوكوز هي:
- $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 6H_2O+6CO_2+2.87\times10^6\ J$
- احسب:
- (أ)الطاقة التي يحصل عليها الجسم من كل 1كغم كلوكوز
- (ب)كمية O_2 المستخدمة لحرق 1كغم من الكلوكوز
- (ج)كمية CO_2 الناتجة عن حرق 1كغم من الكلوكوز
- معامل التنفس

---

*)المول: الوزن مقسوم على الوزن الجزئي للمادة ،(الوزن الجزئي هو حاصل جمع الاوزان الذرية للعناصر) ، وكل عنصر له وزن ثابت (O=16 ، C=12، H=1)

- الحل:
- المول لكل جزئ كلكوز= 0.180كغم، ولـ O_2 = 0.032 ولـ CO_2 = 0.044 كغم ، لاحظ ان حجم المول من الغاز عند معدل الضغط ودرجة الحرارة = 22.4 لتر

أ)الطاقة المتحررة لكل 1كغم كلوكوز 2.87×10^6 / 0.180 =16×10^6 جول

ب)كمية O_2 المستخدمة لحرق 1كغم من الكلوكوز =6× 22.4/ 0.180 =746 لتر

ج) كمية CO_2 المستخدمة لحرق 1كغم من الكلوكوز=6× 22.4/ 0.180 =746 لتر

د) النسبة بين مولات CO_2 و O_2 المستخدمة يسمى بمعامل التنفس وتساوي واحد

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

بعض التطبيقات البيوميكانيكية -البيولوجية

- تقاس كمية الحرارة الداخلة في عملية فيزيائية ما بأحد التغيرات التي تصاحب هذه العملية ، وتعرف وحدة كمية الحرارة بأنها الحرارة اللازمة لايجاد تغير قياسي.
- ويوجد ثلاث وحدات شائعة الاستعمال هي السعرة والكيلو سعرة والقياس البريطاني.
- وكما نعلم فإن جزيئات المادة لها كتلة وسرعة ومن ثم تكون لها طاقة حركة كما تكون لها طاقة وضع. ومجموع الطاقتين لجميع الدقائق المكونه للجسم تسمى الطاقة الداخلية الكلية له.

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- واذا اكتسب جسم ما كمية من الحرارة فإن طاقة الحركة لجزيئاته تزداد بزيادة سرعاتها ، وتزداد تبعا لذلك الطاقة الداخلية للجسم، أما اذا فقد الجسم كمية من الحرارة ، فإن طاقة الحركة لجزيئاته تتناقص بتناقص سرعة جزيئاته ، وتقل بذلك الطاقة الداخلية له ، أي ان كمية الحرارة المكتسبة او المفقودة تظهر في صورة تغير في الطاقة الداخلية الكلية للجسم ، وهذا هو مفهوم كمية الحرارة في ضوء النظرية الحركية لجزيئات المادة.
- اذن : كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة تكافئ التغير في الطاقة الداخلية الكلية لجسم.

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- السوائل تكون في جسم الانسان و جزيئات هذه السوائل لاتكون مرتبطة بمواضعها نتيجة لصغر قوى التماسك الجزيئية بينها وبين مثيلاتها في الاجسام الصلبة . ومن ثم فهي تتحرك داخل الحيز الذي يشغله السائل حركة انتقالية . وعندما يكتسب السائل كمية من الحرارة تزداد سرعة جزيئاته ، وتزداد تبعا لذلك طاقة حركتها .
- قانون بقاء الطاقة داخل جسم الانسان:

يمكن كتابة قانون بقاء الطاقة داخل الجسم بمعادلة بسيطة على الصورة الاتية:

التغير في الطاقة المختزنة داخل الجسم = الحرارة المفقودة من الجسم + الشغل المبذول

"مثل طاقة الطعام ، دهون الجسم، حرارة الجسم"

((اي ان الجهد العضلي (الشغل العضلي) يصاحبة دائما فقدان بالحرارة وبالتالي يؤدي الى تغير في حرارة الجسم المختزنة))

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- هذا القانون يمثل بما يسمى بالقانون الاول للديناميكا الحرارية بفرض عدم امداد الجسم باي دخل اثناء تطبيق القانون ، وكذلك عدم فقد الجسم لأي ناتج من الخرج . وسوف نناقش هذا الجزء من القاعدة.
- هل ان هناك تغيرا مستمرا في الطاقة داخل جسم الانسان اثناء عمل شغل او لا. ويمكن كتابة القانون الاول للديناميكا الحرارية كالأتي:
- ***التغير في الطاقة المخزونة =التغير في الحرارة المفقودة او المكتسبة - التغير في الشغل المبذول بواسطة الجسم في بعض الفترات الزمنية*** ، ويمكن كتابة القانون على الهيئة التالية:
- التغير في الحرارة المفقودة او المكتسبة = التغير في الطاقة المخزونة + التغير في الشغل المبذول

- انـه مـن المفيـد ان نعتبـر التغيـر فـي الطاقـة المخزونـة والتغيـر فـي الحـرارة المفقـودة او المكتـسبة والـشغل المبـذول يكـون خـلال فتـرة صغيرة من الزمن(تغير الزمن) فتتحول المعادلة السابقة الى
- ***التغير في الطاقة المخزونة /التغير في الزمن = التغير في الحرارة المفقودة او المكتسبة /التغير في الزمن - التغير في الشغل المبذول /التغير في الزمن.***
- المعادلـة الـسابقة هـي صـورة مـن معادلـة القـانون الاول للـديناميكا الحرارية وهي تعني معنى ان الطاقة باقية ومحفوظة اثناء العمليات المختلفة انه يمكن ان نعطي حرارة ، وطبقا لهذا القانون يمكن ان نعطي حرارة للجسم ولكن لايمكن ان نتوقع ما إذا كان الجسم سوف ينتج كمية مساوية من الطاقة الكيمياوية او الشغل ام لا.

△ ف الطاقة/△ الزمن = △الحرارة / △ الزمن - △ الشغل / △ الزمن

تغير الطاقة داخل جسم الانسان

- هناك وحدات متعددة للطاقة والقدرة تستخدم للتعبير عنها في الجسم ، وكمثال على ذلك ، فان الفسيولوجين يستعملون الكليو كالوري (Kcal)للتعبير عن طاقة الطعام ، وكذلك الكليو كالوري / دقيقة للتعبير عن معدل الطاقة المنتجة .
- كما ان الوحدات الفيزيائية الاكثر شيوعا للتعبير عن الطاقة هي نيوتن . متر او جول(J) كما ان القدرة تعطى الجول/ثانية او الواط (W). وتعتبر الوحدة الملائمة للتعبير عن معدل اختزان الطاقة داخل جسم الانسان (met) وتعرف وحدة الـ (met) بانها تساوي 50كليوكاوري /م ^{2} في الساعة الواحدة وفقا لمساحة سطح الجسم .
- بالنسبة للشخص العادي فان (1met) تساوي الطاقة المختزنة في الجسم في حالات السكون والاسترخاء ، مع اعتبار ان مساحة السطح للشخص العادي هي ($1.85\ m^2$) وان مساحة السطح بالنسبة للمراة هو ($1.40\ m^2$) .

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- لذلك فان (1met) عند الرجل عبارة عن 92كليوكالوري /ساعة (50 × 1.85) او حوالي 107وط (علما ان كل 1 كليو كالوري =4.156 جول)
- وكما هو معلوم ان التاكسد يتم ويحدث داخل خلايا جسم الانسان كما اثبتة العلماء ، لذا فإن في حالات التأكسد بالاحتراق تنطلق الحرارة ، وفي عمليات التأكسد داخل جسم الانسان فإن الحرارة تنطلق كطاقة بناءة للبروتوبلازما، ويسمى معدل هذا الاحتراق (metabolic rate)اي معدل الايض او التمثيل الغذائي ، وعلى هذا الاساس فان هذا المعدل له علاقة بمعدل الطاقة الميكانيكية التي ترتبط تغير حركة الجسم اثناء الاداء واتي تعطي دلالة لكفاءة الجسم البدنية وفقا للمعادلة الاتية:
- الكفاءة البدنية = الطاقة الميكانيكية / الطاقة التمثيلية

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- مثال: معادلة احتراق (1) مول من الكلوكوز($C_6H_{12}O_6$)
- $C_6H_{12}O_6+6O_2 \longrightarrow 6H_2O+6CO_2+686k.Cal$
- بمعنى ان 1 مول من الكلولكوز =(180غ) يتحد مع 6 مول من الاوكسجين(192 غم) لكي ينتج 6 مول من الماء (108غم)وكذلك 6 مول من ثاني اوكسيد الكربون(264غم) مع انطلاق 686 كيلو كالورى من الطاقة الحرارية. ولما كان كل 1 مول من الغاز يشغل حجم مقداره 22.4لتر عند معدل الضغط ودرجة الحرارة.
- اذن كمية الطاقة المنطلقه لكل غرام من الطعام بالكيلو كالوري
- 686/ 180 = 3.80
- كمية الكيلو كالورى المنطلقة لكل لتر من الاوكسجين المستخدم
  =686/6× 22.8=5.1
- عدد اللترات من O2 المستخدم لكل غرام من الطعام
- 22.6× 6/180=0.75
- عدد اللترات من CO2 الناتج لكل غرام من الطعام =
- 22.6× 6/180=0.75
- ويمكن بحسابات مماثلة حساب نفس الكميات للدهون والبروتين

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- مثال 2
- نفرض انك تريد فقد 4.54 كغم من وزنك عن طريق التمارين الرياضية او باستخدام نوع معين من الرجيم؟
- أ) مـاهو الـزمن الـلازم للنـشاط الرياضـي بمعـدل 15 كليـو كالوري لفقد 4.54 كغم دهون؟(القيمة السعرية للدهون= 9.3 كليوكالوري/ غم).
- الحل: اذا كان زمن اجراء التمرين هو t دقيقة
- $(t_{min})=(15_{kcal\backslash min})=(4.54\times10^{3}{}_{g})(9.3_{k.cal/g})$ $=42222$ g. cal او 4.2×10^{4} k.cal
- t= 2810 min = 47 hr (42222/15=2814.8/60=47 hr)

- ب) غالبا مايكون من السهل فقد الوزن بالاقلال من تناول الطعام . فاذا كنت عادة تستهلك 2500 كيلوكالوري/ يوم. فما هو الزمن اللازم لعمل ريجيم خاص لاستهلاك 2000 كليوكالوري/ يوم لكي تفقد 4.54كليوغرام دهون؟

$$t = \frac{\text{طاقة 4.54كغم من الدهون}}{\text{الطاقة المستلهكة في اليوم}} = \frac{4.54 \times 10^{3}(\ 9.3\ \text{k.cal/g})}{5\times10^{2}\ \text{k .cal /day}} = \mathbf{85days}$$

القيمة السعرية للدهون= 9.3 كليوكالوري/ غم

500 =2000 – 2500 كيلو كالوري فرق السعرات بين المستهلك بين الاستهلاك اليومي وبين الاستهلاك الواجب لنقص الوزن

لذا فيمكن اللجؤ الى الاسس الميكانيكية تصميم البرامج التدريبية ذات العلاقة بالاسس الفسيولوجية والتي ترتبط بعملية انقاص الوزن وكمية الاوكسجين المطلوب ومقادير السعرات الحرارية المرتبطة لكل لتر من الاوكسجين وهكذا.....

الطاقة المتوفرة=كمية الطاقة ككل من الغذاء – الطاقة المستخدمة في التدر يب/ النشاط اليومي

- احد اللاعبات وزنها 50 كغم ، نسبة الدهون في جسمها هو 20 % و 40 كغم كتلة خالية من الدهون ، كمية الطاقة اليومية هي 1500 سعرة حرارية (6300 كيلو جول)؟
- تكلفة التدريب اليومي(1ساعة/ يوم)=600سعرة حرارية و تساوي (2520 كيلو جول)
- الطاقة المتوفرة = 600-1500 =900سعرة حرارية

(3780 كيلو جول)

الطاقة المتوفرة=40/900 او 22.5 سعرة حرارية لكل كغم كتلة خالية من الدهون (95 كيلو جول لكل كغم كتلة خالية من الدهون)

- لقد وجد انه عندما ينخفض مستوى الطاقة المتوفر عن معدل الاستهلاك اليومي 30كيلو سعرة (135كيلو جول)لكل كغم كتلة خالية من الدهون يؤدي ذلك الى وجود ضعف كبير في وظيفية التمثيل الغذائي والهرموني ، ويمكن أن يؤثر هذا النقص على الاداء والنمو والصحة

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- نسبة المايوكلوبين في كل 1 كغم من الخلايا العضلية يقدر بـ 11 ، وهذا هو المقدار الحقيقي لكمية مخازن الاوكسجين في هذا المركب البروتيني.
- المايوكلوبين هو مركب بروتيني(*) مشابه لهيموكلوبين الدم ، وهو جزء بروتيني في الانسجه العضلية، وغالبا مايشير مايوكلوبين الدم الى هيموكلوبين العضلات.
- المايوكلوبين يوجد بكميات كبيرة في الالياف البطيئة مقارنة بالسريعة، وهذا يفسر قدرة الالياف البطيئة على القيام بالجهد او الشغل البدني التي يتصف بالشدة المتوسطة والطويلة.
- الشئ المهم هنا والذي له علاقة بالميكانيكيا الحيوية هو كتلة العضلة (حجمها) المشاركة في التدريبات المستمرة او الفترية. فاذا كانت كتلة العضلة المشاركة بالاداء هي 15 كغم عندئذ تكو خازن مايوكلوبين الاوكسجين المشاركه هي 11×15 = 165 ملم.كغم من الاوكسجين.
- وهذه حقيقة العلاقة بين كتلة العضلة ومايوكلوبين الاوكسجين وبالتالي الناتج الحاصل هو طاقة حركية وشغل عضلي مناسب لتنفيذ الاداء.

(*)البروتين مركب طبيعي ذو جزيئات ضخمة ويعتبر اهم مكون في جميع الاجسام الحية وتتكون من الاحماض الامينية المرتبطة مع بعضها بروابط، ويدخل في تركيب البروتين بقايا اكثر من عشرين حمض اميني وهي تلعب دور هام في النواحي البيولوجية التي تنظم سرعة واتجاه التفاعلات الكيميائية في الجسم.

قوة مرونة العضلات والانفعال والاجهاد

- يوصف جسم ما بأنه مرن إذا حدث تغير في ابعاده او حجمه او شكله نتيجة لفعل قوة مؤثرة ثم رجع الى شكله الأصلي تماما بعد ازالة تاثير القوة. وتعود خاصية المرونة في جسم الانسان الى قوة التماسك الكبيرة بين ذرات الخلايا او الجزيئات المكونه لها، ويطلق على مقدار القوة التي تؤثر على وحدة المساحات من الجسم اسم "الاجهاد"(stress) .

ووحداته هي النيوتن لكل متر مربع (او الباسكال) بينما يقاس مقدار التغير النسبي في ابعاده الجسم او شكله نتيجة الاجهاد بواسطة كمية تسمى "الانفعال"(strain) .

والنسبة بين الاجهاد والانفعال تكون مقدار ثابت في مدى الحد المرن للجسم ويطلق على هذا الثابت اسم معامل المرونة لمادة الجسم (وهذا هو قانون هوك)

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- فالنسبة بين الاجهاد(F/A) والانفعال الطولي ($\Delta L/L$) يسمى بمعامل يونك وفقا للمعادلة التالية :

$$Y = \frac{F/A}{\Delta L/L} = \frac{F\,L}{A\,\Delta L}$$

حيث F القوة المؤثره ، A مساحة المقطع ، L الطول الاصلي ، ΔL التغير في الطول

مامدى الاستفادة من القوانين اعلاه في المجال العملي الرياضي ؟ لنأخذ المثال الاتي:

-اذا كان اقل مساحة مقطع لعظام الساق هي $6 \times 10^{-4}\ m^2$ احسب الاجهاد الذي يتعرض له شخص يزن 700N عندما يقفز من ارتفاع مترين الى الارض اذا كان زمن التوقف اللحظي هو 5×10^{-3} ث؟اذا علمت ان اجهاد الكسر هو 16×10^{7} ؟

-الحل : سرعة الشخص قبل اصطدامه بالارض مباشرة = $\sqrt{2\,g\,h}$

$$\text{و} = \sqrt{2 \times 9.8O \times 2}$$

$$= 6.2\ m/s$$

$$F = m\ \Delta v\ /\Delta t$$

$$= 700/9.8 \times 6.2 / 5 \times 10^{-3}$$

$$F = 0.85 \times 10^{5}\ N$$

- اذن الاجهاد الذي يتعرض له الساق = $6 \times 10^{-4} / 10^{5} \times 0.85$

$= 14 \times 10^{7}$ Pa

واضح ان هذا الاجهاد اقل من اجهاد الكسر بقيمة قليلة بسيطة ، ولو كان هذا الشخص قد سقط من ارتفاع 3 متر لتكسرت عظامه باجهاد يساوى :

$= 700 / 6 \times 10^{-4} \times 7.5 / 5 \times 10^{-3}$

$= 17.5 \times 10^{8}$ Pa

- وهو اكبر من قيمة اجهاد الكسر

وعلى هذا الاساس يتم تصميم ارتفاعات الاجهزة وصناديق القفز بتدريبات القفز المختلفة (البلايومتركس او اتدريبات الاخرى) بما يؤمن عدم التوقف بين لحظات الدفع وعدم التعرض للاصابات عند تكرار القفز من اجل تحقيق الفائدة الحقيقية من هذه التمارين.

((Pa تعادل النيوتن لكل متر مربع Nm^{-2} او N/m^{2}))

علاقة الاجهاد والانفعال بطول وقصر العظام نسبيا عند الاحمال البدنية

- اذا علمت ان اجهاد التضاغط عند نقطة الكسر لعظام الساق هو 17×10^7 فاحسب التغير النسبي في طول عظام الساق اذا كان معامل يونك لمادة العظام هو 0.9×10^{10} Pa واذا كان اجهاد الشد عند نقطة الكسر هو 12×10^7 ومعامل يونك هو 1.6×10^{10} Pa ،فاحسب الانفعال الطولي لعظام الساق؟
- الحل:في حالة التضاغط
- انفعال التضاغط = اجهاد التضاغط \معامل يونك
- $= 17\times 10^7 \setminus 0.9\times 10^{10} = 0.019$
- اي ان عظم الساق تتعرض لقصر بنسبة 1.9% عند نقطة الكسر

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- في حالة الشد
- الانفعال الطولي = اجهاد الشد\ معامل يونك

$$= 12 \times 10^{7} \setminus 1.6 \times 10^{10}$$

$$= 0.0075$$

- اي ان عظام الساق تتعرض للاستطالة بنسبة 0.75% عند نقطة الكسر.
- وهذا يفسر العديد من حالات اصابات الكسور اثناء التدريب سواء للراكضين او القافزين او الالعاب التي تتطلب القفز والركض معا .....الخ

التطبيقات البيولوجية للحرارة والتبريد

- عند يتعرض الانسان للشمس فانه يشعر بالحرارة ولايكون انتقال الحرارة بالتوصيل لان الهواء وسط فاصل ردئ التوصيل للحرارة ، كما ان انتقال الحرارة لايكون بالحمل لان الهواء الملامس للجسم الساخن يرتفع الى اعلى عندما ترتفع درجة الحرارة ، في حين ان الحرارة انتقلت من الشمس الينا بطريقة اخرى تسمى الاشعاع،وعندما يصل هذا الاشعاع الى الارض فانها تمتص معظمه وتسخن وبالتالي يسخن الهواء الملامس لها ويرتفع.
- وعند قياس درجة حرارة سطح الجسم تبين ان هناك اختلافا في درجة الحرارة من نقطة الى اخرى ،ويرجع ذلك لاسباب فيزيائية وكذلك لاختلاف سريان الدم من منطقة الى اخرى قرب سطح الجلد.

- عند القيام بعملية الاحماء او القيام باي جهد بدني فإن جسم الانسان يقوم باشعاع الحرارة ، ولمعرفة وتقدير الاشعاع الصادر من الجسم نقوم باستعمال معادلة او قانون (ستيفان بولتز مان)لقياس قدرة الاشعاع / مساحة السطح وكما يلي:
- قدرة الاشعاع =درجة الحرارة المطلقة ^{4} ×ثابت بولتزمان$((5.7\times10^{-12})$
- مثال: ماهي القدرة الاشعاعية لكل سم ^{2} من الطاقة التي يتم اشعاعها عن طريق الجلد عند درجة حرارة 33 مئوية؟
- الحل : القدرة الاشعاعية = $(5.7\times10^{-12})\times33^4$ =0.05 واط/سم^2
- مامقدار القدرة الاشعاعية لجسم عاري مساحته 1.75 م^2؟(اي 10^4 ×1.75 سم ^{2}
- الحل : = 0.05 ×10^4×1.75 = 875 واط
- ويلاحظ ان القدرة الاشعاعية المستقبله من الوسط المحيط عند درجة 20 مئوية تكون حوالي735 واط وبالتالي يكون الفقدان هنا 140 واط.وعندما يكو ن الجسم مغطى بالملابس فان الفقدان في الطاقة الاشعاعية يكون اقل من 140 واط ولكنه يكون محسوسا.

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- ميكانيكية العلاج بالحرارة:
- هناك تاثيران اوليان للعلاج بالحرارة هما:
- 1. زيادة عمليات بناء البروتوبلازم.
- 2. زيادة في معدل حركة الدم بحيث ينساب لتبريد المناطق المتعرضة للحرارة
- اما انتاج الحرارة في جسم الانسان فهي :
- الحرارة التوصيلية:من تلامس جسمان اذ تنتقل الحرارة من الجسم الدافئ الى الجسم البارد، مثال الحمام الساخن وزيت البرافين الساخن يمد الحرارة بالتوصيل اذ تؤدي الى التسخين الموضعي للسطح، وتستخدم الحرارة التوصيلية في علاج التهاب المفاصل والتهاب الاعصاب والالتواء والكدمات

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

- الاشعة تحت الحمراء: تستخدم للتسخين السطحي للجسم ، وهي نفس الشكل للحرارة التي نشعر بها عند تعرضنا لاشعة الشمس او شعاع ضوئي.وهذه الاشعة تنفذ من خلال الجلد الى اعماق (3mm)وتعتبر هذه الاشعه اكثر فاعلية من الحرارة التوصيلية.
- موجات الراديو الحرارية وهي على نوعين هما:
- الموجات القصيرة والموجات الدقيقة (اذ تنفذ الى اعماق كبيرة اكثر من الطريقة التوصيلية، لذا فهي تستخدم في علاج الالتهابات الخاصة بالهيكل العظمي وكذلك الالام العصبية.

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org

ميكانيكية العلاج بالتبريد

- اثناء تواجدي في بطولات العالم بالعاب القوى ، لاحظت ان معظم اللاعبين يقومون بواضع انفسهم بعد التدريب باوعية مليئة بالثلج ويقفون لمدة زمنية محددة ، فما المغزى من ذلك؟
- يسمى استخدام تاثير الحرارة المنخفضة على المواد البيولوجيه بعلم التبريد ، مافائدة التبريد بعد وحدات التدريب ، اذ يتضح ان الاعضاء والانسجة المختلفة لايمكن ان تعطي اعلى كفاءه لها جميعا عند معدل تبريد واحد

©جميع الحقوق محفوظة للاكاديمية الرياضية العراقية 2009
www.iraqacad.org