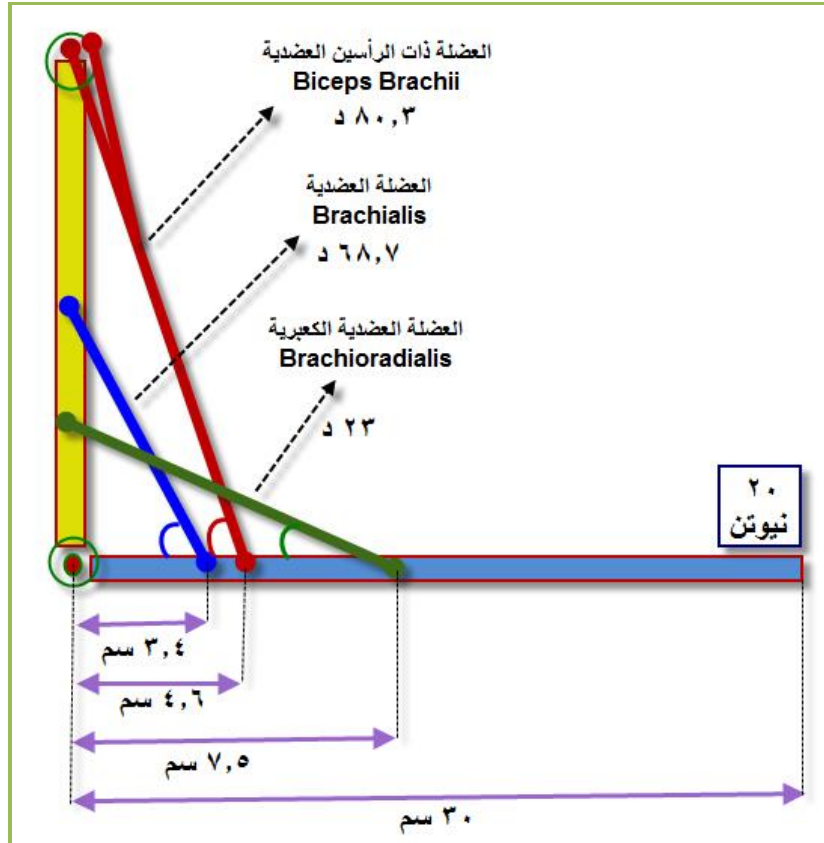


حساب قوة العضلات العاملة على مفصل المرفق

من المهم جدا ان نعرف مدى مساهمة العضلات العاملة على مفصل المرفق اذ لكل عضلة طول مختلف عن الاخر ومدغم يبتعد او يقترب بالمقارنة مع العضلات الاخرى كما اختلاف طول هذه العضلات ومدغمها يغير من زاوية عمل هذه فتؤثر هذه الزاوية في مقدار القوة والضغط المسلط على هذه العضلات ومفصل المرفق وهذه العضلات المهمة هي ثلاث عضلات وضائفها الرئيسية تقريبا الساعد الى العضد وهي عضلات تختلف في منشئها ومدغمها وموضحة في الصورة.

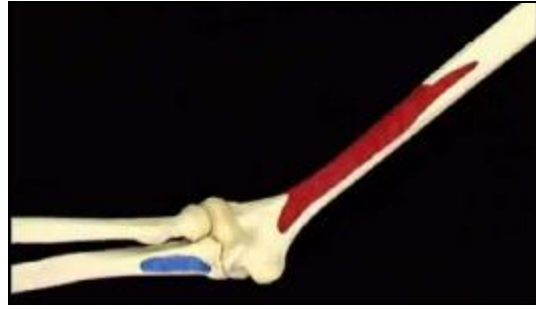


صورة توضح العضلات العاملة على تقريب الساعد الى العضد مع القياسات الشائعة

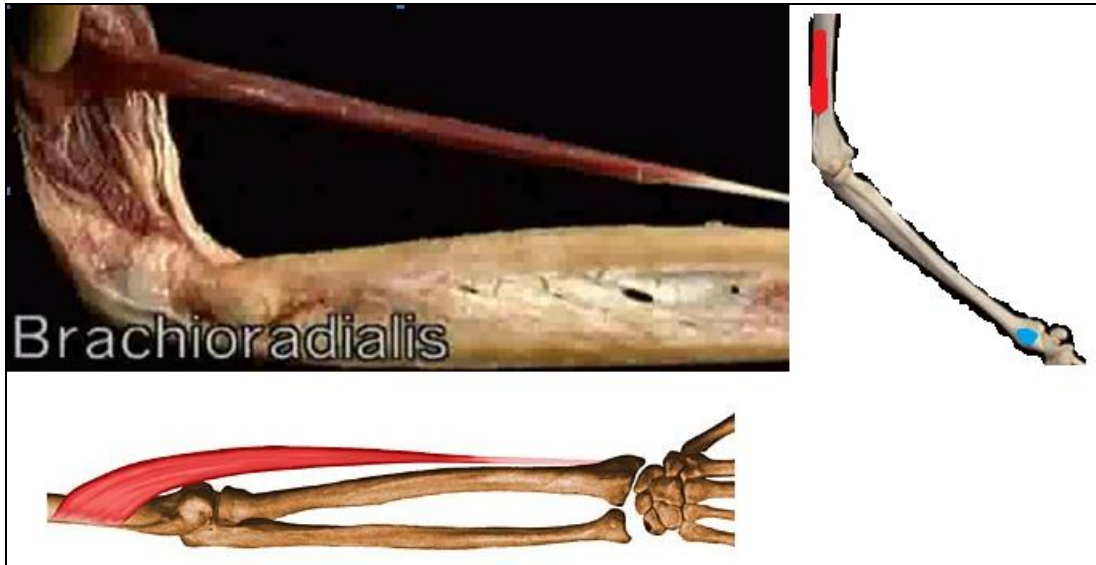
ملاحظة مهمة : راجعت اكثر من مصدر اجنبي كتب عن هذا الموضوع وكان الغرض من مراجعتي لهذه المصادر هو التأكد من مدغم العضلة العضدية الكعبرية حيث من خلال مشاهداتي لبعض افلام التشريح وجدت هذه العضلة تندغم في نهاية الكعبرة أي انها تبتعد اكثر من (7,5 سم) التي اشارت اليها هذه المصادر ، ولكن افتراضا سيتم الاعتماد على البيانات المتوفرة في هذه المصادر والتي كانت في اغلبها نقل متعدد من باحث الى اخر.



صورة توضح مدغم العضلة ذات الرأسين العضدية



صورة توضح منشأ ومدغم العضلة العضدية



صورة توضح العضلة العضدية الكعبرية من عدة جوانب لاحظ المنشاء

باللون الاحمر والمدغم باللون الازرق

من مكتبة الاستاذ الدكتور حسين مردان عمر

www.husseinmardan.com

جدول يبين وضائف العضلات العاملة على مفصل المرفق

ت	اسم العضلة	الاسم العلمي	العمل
١	العضلة ذات الرأسين العضدية	Biceps brachii muscle	تقريب الساعد الى العضد وبطح الساعد
٢	العضلة العضدية	Brachialis muscle	تقريب الساعد الى العضد
٣	العضلة العضدية الكعبرية	Brachioradialis muscle	تقريب الساعد الى العضد
٤	العضلة الكابة المدورة (المستديرة)	Pronator teres muscle	تقريب الساعد الى العضد وكب الساعد

من خلال الاطلاع على القياسات الواردة في الصورة الاولى ، احسب ما يأتي

اولا) القوة (المحصلة) المبذولة من كل عضلة

ثانيا) القوتين الافقية والعمودية المبذولة من كل عضلة

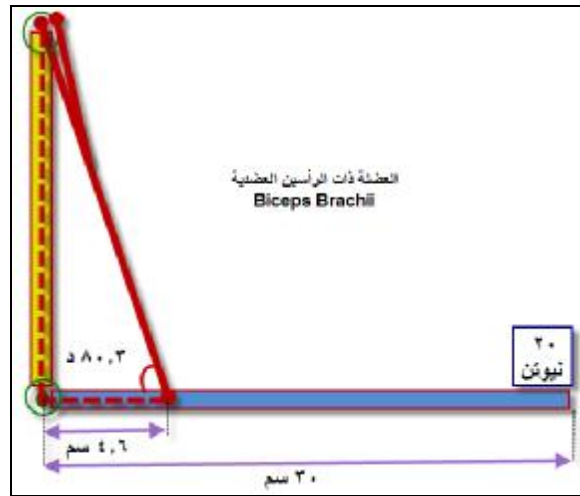
ثالثا) لخص الموضوع في جدول وحل محتوى الجدول

اولا) القوة (المحصلة) المبذولة من كل عضلة

١) حساب القوة التي تساهم بها العضلة ذات الرأسين العضدية

زاوية عمل العضلة ذات الرأسين العضدية تبلغ (٣, ٨٠ درجة) ونقطة تأثير القوة تبعد عن مفصل المرفق (٤, ٦ سم) المطلوب معرفة طول العضلة (أي ذراع القوة لانها تؤثر بزواوية)

المعلومات المتوفرة عن المثلث هي زاوية وطول



بما ان مجاور الزاوية معروف ، اذن افضل قانون هو جيب تمام الزاوية لانه النسبة بين المجاور والوتر

من مكتبة الاستاذ الدكتور حسين مردان عمر

www.husseinmardan.com

$$\frac{\text{المجاور (بعد نقطة تأثير القوة)}}{\text{الوتر (ذراع القوة)}} = \text{جتا } ٨٠,٣$$

$$\frac{\text{المجاور (بعد نقطة تأثير القوة)}}{\text{جتا } ٨٠,٣} = \text{الوتر (ذراع القوة)}$$

$$\frac{٤,٦}{٠,١٧} = \text{الوتر (ذراع القوة)}$$

ذراع القوة = ٢٧,٠٦ سم لماذا نحسب ذراع القوة من الوتر؟ لان احدى مواصفات القوة هي خط عملها

من خلال قانون العتلات

$$\text{القوة} \times \text{ذراعها} = \text{المقاومة} \times \text{ذراعها}$$

$$\text{القوة} \times ٢٧,٠٦ = ٢٠ \times ٣٠$$

$$\frac{٣٠ \times ٢٠}{٢٧,٠٦} = \text{القوة}$$

$$\frac{٦٠٠}{٢٧,٠٦} = \text{القوة}$$

القوة = ٢٢,١٧ نيوتن تظهرها العضلة ذات الرأسين العضدية على مفصل المرفق للمحافظة على استقرار الساعد

٢) حساب القوة التي تساهم بها العضلة العضدية

زاوية عمل العضلة العضدية تبلغ (٦٨,٧ درجة) ونقطة تأثير القوة تبعد عن مفصل المرفق (٣,٤ سم)

$$\frac{\text{المجاور (بعد نقطة تأثير القوة)}}{\text{الوتر (ذراع القوة)}} = \text{جتا } ٦٨,٧$$

$$\frac{\text{المجاور (بعد نقطة تأثير القوة)}}{\text{جتا } ٦٨,٧} = \text{الوتر (ذراع القوة)}$$

$$\frac{٣,٤}{٠,٣٦} = \text{الوتر (ذراع القوة)}$$

ذراع العضلة العضدية = ٩,٤٤ سم

$$\frac{٦٠٠}{٩,٤٤} = \text{القوة}$$

القوة = ٦٣,٥٦ نيوتن تظهرها العضلة العضدية على مفصل المرفق للمحافظة على استقرار الساعد

٣) حساب القوة التي تساهم بها العضلة العضدية الكعبرية

زاوية عمل العضلة العضدية الكعبرية تبلغ (٢٣ درجة) ونقطة تأثير القوة تبعد عن مفصل المرفق (٧,٥ سم)
المطلوب معرفة طول العضلة أي ذراع القوة

$$\frac{\text{المجاور (بعد نقطة تأثير القوة)}}{\text{الوتر (ذراع القوة)}} = \text{جتا } ٢٣$$

$$\frac{\text{المجاور (بعد نقطة تأثير القوة)}}{\text{جتا } ٢٣} = \text{الوتر (ذراع القوة)}$$

$$\frac{7,5}{0,92} = \text{الوتر (ذراع القوة)}$$

ذراع العضلة العضدية = ٨,١٥ سم

$$\frac{600}{8,15} = \text{القوة}$$

القوة = ٧٣,٦٢ نيوتن تظهرها العضلة العضدية الكعبرية على مفصل المرفق للمحافظة على استقرار الساعد

$$73,62 + 63,56 + 22,17 = \text{مجموع القوى للعضلات الثلاث}$$

= ١٥٩,٣٥ نيوتن مطلوب للحفاظ على استقرار الساعد او سكونه او بما يساوي ١٦ كغم لموازنة ٢ كغم (٢٠ نيوتن) ، ملاحظة : تم اهمال وزن الساعد مع اليد ، والمقطع العرضي للعضلة.

ثانيا) القوتين العمودية والافقية المبذولة من كل عضلة

١) حساب القوتين الافقية والعمودية للعضلة ذات الرأسين العضدية

$$\text{القوة (المحصلة)} = 22,17$$

$$\text{الزاوية} = 80,3$$

القوة الافقية تحسب على اساس جيب تمام الزاوية لانها علاقة المحصلة بالمجاور

$$\frac{\text{المجاور (القوة الافقية)}}{\text{(الوتر) القوة}} = \text{جتا } 80,3$$

$$\text{القوة الافقية} = \text{جتا } 80,3 \times 22,17$$

$$= 22,17 \times 0,17$$

$$= 3,77 \text{ نيوتن}$$

القوة العمودية تحسب على اساس جيب الزاوية لانها علاقة المحصلة بالمقابل

من مكتبة الاستاذ الدكتور حسين مردان عمر

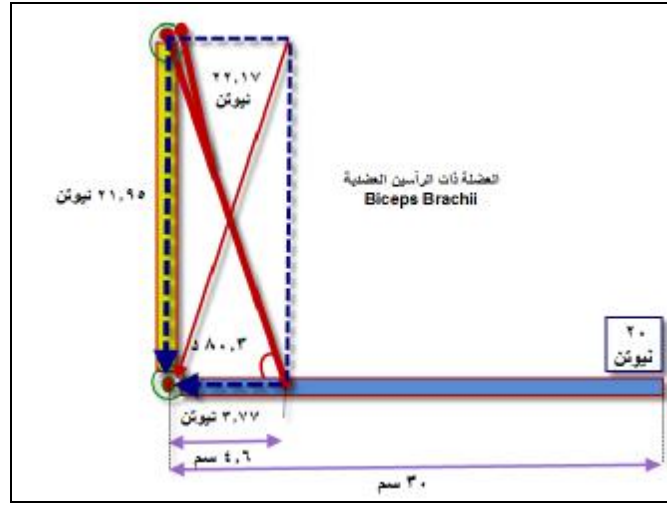
www.husseinmardan.com

$$\frac{\text{المقابل (القوة العمودية)}}{\text{الوتر (القوة)}} = \text{جا } ۸۰,۳$$

$$\text{القوة العمودية} = ۲۲,۱۷ \times ۰,۹۹$$

$$= ۲۱,۹۵ \text{ نيوتن}$$

ويلاحظ ان العضلة ذات الرأسين العضدية تسلط قوة عمودية اكبر من قوة افقية بسبب كبر هذه الزاوية واقتربها من ۹۰ درجة ، كما موضح في الصورة



٢) حساب القوتين الافقية والعمودية للعضلة العضدية

$$\text{القوة (المحصلة)} = ۶۳,۵۶$$

$$\text{الزاوية} = ۶۸,۷$$

القوة الافقية تحسب على اساس جيب تمام الزاوية لانها علاقة المحصلة بالمجاور

$$\frac{\text{المجاور (القوة الافقية)}}{\text{الوتر (القوة)}} = \text{جتا } ۶۸,۷$$

$$\text{القوة الافقية} = \text{جتا } ۶۸,۷ \times ۶۳,۵۶$$

$$= ۶۳,۵۶ \times ۰,۳۶$$

$$= ۲۲,۸۸ \text{ نيوتن}$$

القوة العمودية تحسب على اساس جيب الزاوية لانها علاقة المحصلة بالمقابل

$$\frac{\text{المقابل (القوة العمودية)}}{\text{الوتر (القوة)}} = \text{جا } 68,7$$

$$\text{القوة العمودية} = 63,56 \times 0,93$$

$$= 59,11 \text{ نيوتن}$$

٣) حساب القوتين الافقية والعمودية للعضلة العضدية

$$\text{القوة (المحصلة)} = 73,62$$

$$\text{الزاوية} = 23$$

القوة الافقية تحسب على اساس جيب تمام الزاوية لانها علاقة المحصلة بالمجاور

$$\frac{\text{المجاور (القوة الافقية)}}{\text{الوتر (القوة)}} = \text{جتا } 23$$

$$\text{القوة الافقية} = 73,62 \times 23$$

$$= 73,62 \times 0,92$$

$$= 67,73 \text{ نيوتن}$$

القوة العمودية تحسب على اساس جيب الزاوية لانها علاقة المحصلة بالمقابل

$$\frac{\text{المقابل (القوة العمودية)}}{\text{الوتر (القوة المحصلة)}} = \text{جا } 23$$

$$\text{القوة العمودية} = 73,62 \times 0,39$$

$$= 28,71 \text{ نيوتن}$$

ثالثاً) تحليل الجدول

ت	نوع العضلة	نقطة تأثير القوة	الزاوية	القوة المحصلة	القوة الأفقية	القوة العمودية
١	ذات الرأسين العضدية	٤,٦	٨٠,٣	٢٢,١٧	٣,٧٧	٢١,٩٥
٢	العضدية	٣,٤	٦٨,٧	٦٣,٥٦	٢٢,٨٨	٥٩,١١
٣	العضدية الكعبرية	٧,٥	٢٣	٧٣,٦٢	٦٧,٧٣	٢٨,٧١

يمكن تحليل الجدول وفقاً لآطار نظري يتعلق بأهمية الزاوية ٩٠ درجة لإنتاج أقصى قوة ، وكذلك مقارنة ابتعاد نقطة تأثير القوة ، والزاوية ، والقيمة الكبيرة للقوة العمودية أو الأفقية

ان وزن الساعد يشكل مقاومة أخرى على هذه العضلات ويجب معرفة مركز ثقل الساعد وحساب وزنه اذ ان بعد مركز ثقل الساعد عن مفصل المرفق مع وزنه يعامل معاملة الثقل الموضوع على الكف ويجب وضع اعتبار لكل هذا في المسائل ، وهذا مثال للعضلة ذات الرأسين العضدية من معلوماتنا السابقة

ت	نوع العضلة	نقطة تأثير القوة (سم)	الزاوية (درجة)	الوزن على الكف (نيوتن)	بعد الوزن عن مفصل المرفق (سم)	وزن الساعد (نيوتن)	بعد وزن الساعد عن مفصل المرفق (سم)
١	ذات الرأسين العضدية	٤,٦	٨٠,٣	٢٠	٣٠	١٥	١٥
٢	العضدية	٣,٤	٦٨,٧	٢٠	٣٠	١٥	١٥
٣	العضدية الكعبرية	٧,٥	٢٣	٢٠	٣٠	١٥	١٥

حساب المقاومة الكلية

عزم المقاومة = (الوزن على الكف × ذراعها) + (وزن الساعد × ذراعها)

$$١٥ \times ١٥ + ٣٠ \times ٢٠ =$$

$$٢٢٥ + ٦٠٠ =$$

$$٨٢٥ =$$

من خلال قانون العتلات

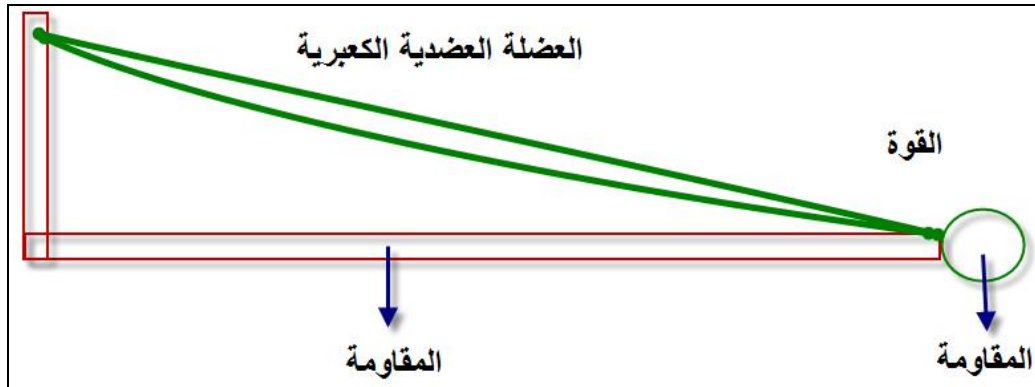
القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

$$\text{القوة} \times ٢٧,٠٦ = ٣٠ \times ٢٠ + ١٥ \times ١٥$$

$$\frac{٨٢٥}{٢٧,٠٦} = \text{القوة}$$

القوة = ٣٠,٤٩ نيوتن وكان الرقم السابق (٢٢,١٧ نيوتن) أي بفارق (٨,٣٢ نيوتن) عند اهمال وزن الساعد وهذا موضوع مهم يجب ان يجرى على جميع العضلات.

ان العضلات الثلاث تعمل كعتلة من النوع الثالث ، واذا كانت حسابتنا على مدغم العضلة العضدية الكعبرية انها تندغم على الكعبرة بالقرب من الرسغ فان العضلة ستعمل كعتلة من النوع الثاني على وزن الساعد ومن النوع الثالث على الوزن الموضوع على الكف ، وكما موضح في الصورة.



حساب الضغط المسلط على العضلات

$$\frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}} = \text{الضغط}$$

وجدت في المصادر المساحات لهذه العضلات وكانت مثلما في الجدول

ت	نوع العضلة	المساحة سم ^٢	القوة المحصلة نيوتن
١	ذات الرأسين العضدية	٤,٤	٢٢,١٧
٢	العضدية	٧,١	٦٣,٥٦
٣	العضدية الكعبرية	١,٦	٧٣,٦٢

مما يعني ان العضلة العضدية الكعبرية انحف العضلات الثلاث وهي اكثرها تحملا لوزن الثقل أي انها اقرب الى الاصابة في حال الاوزان الزائدة !!!

$$\frac{٢٢,١٧}{٤,٤} = \text{الضغط المسلط على العضلة ذات الرأسين العضدية}$$

$$= ٥ \text{ نيوتن لكل سم}^٢$$

$$\frac{٦٣,٥٦}{٧,١} = \text{الضغط المسلط على العضلة العضدية}$$

$$= ٩ \text{ نيوتن لكل سم}^٢$$

$$\frac{٧٣,٦٢}{١,٦} = \text{الضغط المسلط على العضلة العضدية الكعبرية}$$

$$= ٤٦ \text{ نيوتن لكل سم}^٢$$

المراجع

Journal of Biomechanics 35 (2002) 19–26

Scaling of peak moment arms of elbow muscles with upper extremity bone dimensions

Wendy M. Murray^{a,*}, Thomas S. Buchanan^b, Scott L. Delp^c

^aRehab Research & Development Center (153), VA Palo Alto Health Care System, 3801 Miranda Avenue, Palo Alto, CA 94304, USA

^bMechanical Engineering Department, University of Delaware, Newark, DE 19716, USA

^cBiomechanical Engineering Division, Mechanical Engineering Department, Stanford University, Stanford, CA 04305, USA

Accepted 24 August 2001

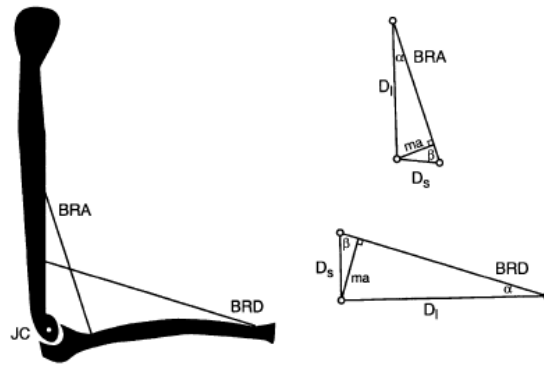


Table 3
Summary of peak moment arm data

	Mean (cm)	SD (cm)	Range of peaks (cm)	SD/mean (%)	Angle of peak (°)	Range of angles (°)
Brachioradialis	7.7	0.7	7.0–9.0	9	108	100–118
Biceps	4.7	0.4	4.2–5.4	9	88	80–93
ECRL	3.2	0.5	2.6–4.5	16	106	99–115
Brachialis	2.6	0.3	2.1–3.0	12	88	76–102
Pronator teres	1.7	0.3	1.3–2.0	18	100	94–113
Triceps	–2.3	0.3	–1.8 to –2.8	13	44	31–62

ENGINEERING BIOMECHANICS: STATICS¹

Rafael Almodóvar, Dorcas Gracia, Alex Rosas and Rafael Vales²

Numbers in the parentheses refer to the appended references.

¹ This problem set was prepared on May 14 of 2004 for

the course INGE 3031: STATICS. Course Instructor:

Dr. Megh R. Goyal, Professor in Agricultural and

Biomedical Engineering, General Engineering

Department, PO Box 5984, Mayaguez, Puerto Rico

00681-5984. For details contact:

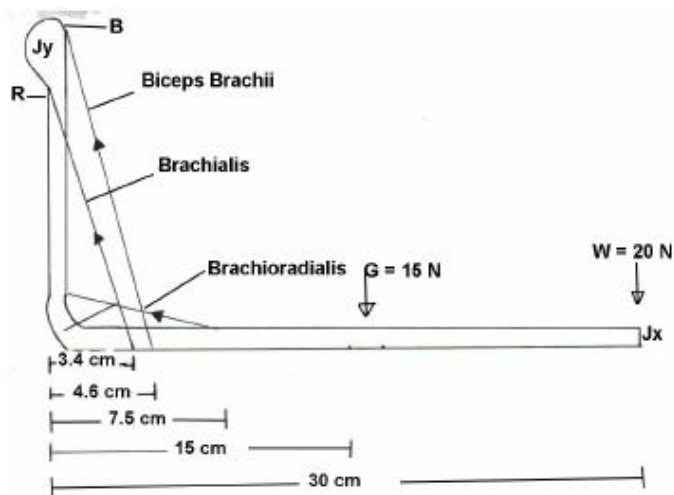
m_goyal@ece.uprm.edu or visit at:

http://www.ece.uprm.edu/~m_goyal/home.htm

May 2004 Applications of Engineering Mechanics in Medicine, GED – University of Puerto Rico, Mayagüez 1

TRUSSES

1. Solve for unknown joint reaction and muscle forces. Assume that these muscles are acting to hold the forearm weight. Biceps brachii is 80.3° from the horizontal and 4.6 cm from elbow. Brachialis is 68.7° from the horizontal and 3.5 cm from elbow. Brachioradialis is 23° from the horizontal and 7.5 cm from the elbow. Assume that these muscles are acting to hold the forearm weight and a weight in the hand. Label the biceps force as F_{bic} , the brachialis force as F_{bra} , and the brachioradialis force as F_{brd} . [<http://www.engin.umich.edu/class/bme456/muscle-force/static1.htm>].



من مكتبة الاستاذ الدكتور حسين مردان عمر

www.husseinmardan.com

[/http://www.engrevo.com/blog/biomechanics-of-bicep-curls](http://www.engrevo.com/blog/biomechanics-of-bicep-curls)

The body was first simplified into the system shown below.

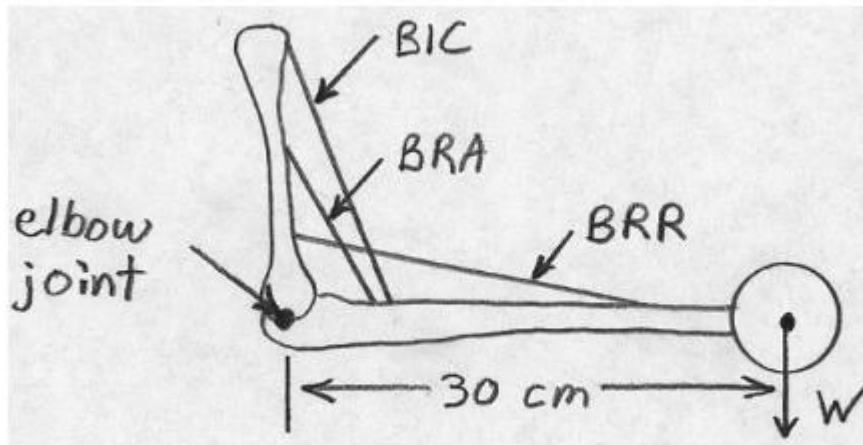


Figure 1. System Geometry and Forces [Courtesy S.M.Klisch, Cal Poly, San Luis Obispo]

Table 1. Variable Designations

Variable	Description	Units
W	Dumbbell Weight	N
BIC	Biceps Brachii	-
BRA	Brachialis	-
BRR	Brachioradialis	-

Table 2. Muscle Property Values

	Angle	PCSA	Moment Arm
Muscle	[degrees]	[cm ²]	[cm]
Biceps Brachii	78	4.4	4.3
Brachialis	65	7.1	3.2
Brachioradialis	22	1.6	2.7

Table 3. Results

Model	Muscle Force [N]				J _{Total} [N]	Muscle Stress [MPa]		
	BIC	BRA	BRR			BIC	BRA	BRR
Biceps Active	225.8	0.0	0.0	184.9	0.513	0.0	0.0	
Brachialis Active	0.0	303.4	0.0	266.0	0.0	0.427	0.0	
Brachioradialis Active	0.0	0.0	359.6	346.1	0.0	0.0	2.248	
Max Endurance	93.1	164.7	16.2	229.3	0.212	0.232	0.101	
Min Joint Force	198	0	44.3	187.3	0.450	0.0	0.277	