وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة تكريت
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

# العمل العضلي

## محاضرة في مادة البايوميكانيك

## لطلبة الدراسة الأولية / المرحلة الثانية

اعداد التدريسي

م. د وسام عوني صالح

1446 هـ

2025 م

# الباب الثاني

# العمل العضلي

**1- الخصائص المميزة للعضلات**
**2- تركيب العضلة**
**3- أنواع الانقباض العضلي**
**4- العمل العضلي للحركات الأساسية في مفاصل جسم الانسان**
**5- التأثير الميكانيكي للعضلات**
**6- العتلات**

## - الخصائص المميزة للعضلات:- Characteristics of Muscles

ذكرنا في موضـــع متقدم من هذا الكتاب أن علم البايوميكانيك الذي يعنى بدراســـة حركة الانســان ككائن عضــوي من حيث النواحي الكينماتيكية والكينتكية ففي الوقت الذي يتناول الجانب الميكانيكي النواحي القانونية التي تحكم الحركة كقوانين الجاذبية والطاقة والســرعة والتعجيل ... الخ، وهذه كميات ميكانيكية يمكن قياســها كميا عند أداء الرياضـــي للفعاليات المعينة، ولكن الأهم من هذا هو طبيعة التعامل مع الكائن الحي (جسـم الانســان) كونه يختلف اختلافا كليا عن عمل الآلة الصــماء التي تعمل وفق قوانين ميكانيكية بحتة، فلدراســة طبيعة حركة جســم الانســان ينبغي الاهتمام بالجانب الكينتكي الذي يعنى بدراسة القوة التي تسبب الحركة

أن القوة التي يستخدمها الانسان عند أدائه لاي عمل او الرياضـي عند تأديته لحركة رياضية معينة هي عبارة عن قوة ذاتية أي متأتية نتيجة عمل عضلي، فعلى العاملين في حقل التربية الرياضية أن يدركوا ماهية العمل العضلي باعتباره المحرك الأساس للقيام بالفعاليات الرياضــية المختلفة. لو ضــربنا مثلا عند تدريب الرياضــي لتطوير صـــفة معينة ولتكن القوة المميزة بالســـرعة للذراع اثناء عملية الرمي يجب على المدرب في هذه الحالة أن يلم ولو بشــكل مبســط بماهية العمل العضــلي أثناء ذلك الأداء وكذلك انواع العضــلات او المجاميع العضــلية التي تعمل بشـكل مباشـر اثناء ذلك، وكذلك منشـــأ ومدغم تلك العضـــلات كي يتم التركيز عليها بما يتلاءم ومداها الحركي ومدى علاقة عمل العضـــلة بمدى المفصـــل الذي تعمل علية العضـــلة او المجموعة العضلية

وبناء على ما تقدم يحتم علينا الامر ان نوضـــح طبيعة العمل العضـــلي في جســـم الانســـان وكذلك أنواع العضـــلات التي يتكون منها الجســـم وطبيعة تكوين هذه العضلات.

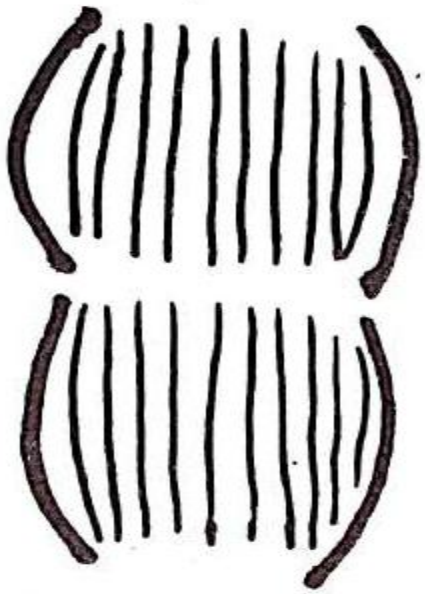
تغطي جسـم الانســان من الخارج بمجموعة من العضــلات يطلق عليها العضــلات الهيكلية أي التي تشكل هيكل جسم الانسان ومظهره الخارجي وتسمى هذه العضلات بالإرادية أي أنها تعمل بإرادة الانسـان ويبلغ عددها في الجسـم حوالي 435 عضـلة ادارية. ويظهر شـكل هذه الالياف مخططا أي أن الألياف العضـلية التي تتكون منها العضلة الواحدة تشكل خطوطا بعضها مع بعض وهناك نوع آخر من العضلات التي ليس للإنسان القدرة على التحكم بحركتها وتسمى العضلات اللاإرادية مثل عضلات القلب والمعدة.

يختلف تخطيط الالياف العضــلية أو ترتيبها بعضــها مع بعض باختلاف عضــلات الجسم

**اختلاف موقعها. ويمكننا بشكل عام تقسيم العضلات من حيث تركيب اليافها العضلية إلى الاقسام الاتية:**

1- **العضلات الطولية Longitudinal**

**يكون ترتيب الألياف العضلية بشكل طولي ومتوازية بعضها مع بعض . ومثالها في الجسم العضلة المستقيمة البطنية شكل رقم (1)**



شكل ( 1 )

2- **العضلات المغزلية Fusiform**

**يشبه شكل هذه العضلات المغزل وتكون منتفخة من الوسط ومستدقة من طرفيها ومثالها في الجسم العضلة ذات الرأسين العضدية.**

شكل ( 2 )

### 3- العضلات الاشعاعية: Radiate

يكون ترتيب هذه الالياف العضـلية ما يشـبه الشـعاع ومثال هذه العضـلات العضـلة الالبية المتوسطة شكل (3).

شكل ( 3 )

### 4- العضلات الاحادية الريشية Unlpennnte

يكون ترتيب الألياف العضـــلية في هذا النوع متوازيا مع بعضـــه ومن جهة واحدة ومثالها العضلة القصبية للرجل الخلفية.

شكل ( 4 )

5- العضلات الثنائية الريشية Binennate

**يكون ترتيب الالياف العضلية متوازيا مع بعضه وبشكل مائل على محور العضلة من الجهتين ومثالها العضلة المستقيمة الفخذية**

شكل ( 5 )

6- **. العضلات المتعددة الريشية Multipennate**

تتكون هذه العضلات في شكلها من عدد من العضلات ثنائية الريشية ومثالها العضلة الدالية.

شكل ( 6 )

## 2-تركيب العضلةMuscle Structure

تتكون العضـــلة في جســـم الانســـان من مجموعة من الوحدات الحركية حيث تتكون كل وحدة حركية من مجموعة من الألياف العضـلية، ويختلف طول الالياف العضـلية بحسـب وجودها في العضـــلات التي تغطي جســـم الإنســـان حيث يتراوح طولها من 1 ملم الى 20 ســـم لقد احصـــى الفتمان) * عدد الألياف فكانت حوالي ٢٥٠ مليون ليفة عضـــلية وكما أكد (هكلى)* أن قطر الألياف العضلية يتراوح بين 10 إلى 100 (الميكرون = $\frac{1}{1000}$ من الملمتر).

تختلف الالياف العضلية في جسم الانسان تبعا لموقعها في الجسم وتختلف أيضا من شخص لأخر، فهناك نوع من الألياف العضلية يدعى النوع الأول الالياف البيضاء او السريعة الانقباض بينما يدعى النوع الاخر بالألياف الحمراء وتتصف ببطء الانقباض . فنجد أن نسبة عالية من الألياف العضلية المكونة للعضلات التي تتطلب الانقباض السريع هي من الألياف البيضاء كما في العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية التي تقع خلف العضد حيث تحتوي على 60-80% من الألياف البيضاء ومن صفات هذه الالياف انها تتميز بالتعب السريع. أما العضلات التي يكون عملها ســـند الجســـم والتحمل فأنها تحتوي على نســـبة عالية من الألياف الحمراء او البطيئة الانقباض كما في العضلة الأخمصية التي تقع خلف الساق فأنها تحتوي على نسبة تتراوح بين 75-٪٩٠ من الألياف البطيئة الانقباض ومن مميزات هذه الالياف آنها بطيئة التعب، بينما نجد بعض العضلات تحتوي على نسب متساوية تقريبا من كلا النوعين من الألياف فتحتوي على 50% من البيضاء و ٪50 من الحمراء كما في العضلة الدالية والعضلة التوأمية التي تقع خلف الساق وكذلك العضلة ذات الرأسين العضدية.

ان الليفة العضـــلية تعد وحدة مكونات الوحدة الحركية، أما عن كيفية انقباض الليفة العضـــلية الواحدة فإنها تنقبض نتيجة تأثير عصـب حركي ومن خواص هذه الألياف بأنها اما تنقبض كليا او لا تنقبض وهذا ما يطلق عليه قانون الكل او العدم

## 3-أنواع الانقباض العضلي Types of muscle contraction

ان قيام الانســان بجميع الحركات ســواء اثناء حياته اليومية او في الحياة الرياضــية هي نتيجة لبذل قوة، فيشـــترط لحدوث الحركة أن تكون هناك قوة بحيث تحدث الحركة باتجاه القوة المستخدمة نفسه ولكن العكس غير صحيح، فمن الممكن ان نسلط قوة على جسم اخر وليس بالضـرورة أن تحدث حركة كما في دفع الحائط او اسـتخدام القوة لتثبيت الجسـم او لاتزانه كما في الوقوف على اليدين على المتوازي او على الأرض. مما تقدم يمكننا ان نســـتنتج أن تأثير القوة اما ان يكون ديناميكيا (حركيا) او ســـتاتيكيا (ثابتا)، ففي الحالة الاولى تحدث حركة، أما في الحالة الثانية فلا تحدث حركة، وعلى هذا الأســـاس يمكن تقســـيم الانقباض العضـــلي إلى نوعين رئيسين هما:

### 1 . الانقباض العضلي الثابت Isometric

يطلق على هذا النوع بالانقباض العضـــلي الثابت لعدم حدوث أي حركة اثناء انقباض العضـــلة، بالاضـــافة إلى عدم حدوث أي تغيير في طولها او في المفصـــل الذي تتم حوله الحركة، كما في حالة تسليط قوة عضلية على مقاومة كبيرة جدا بحيث يصعب التغلب عليها.

## 2. الانقباض العضلي المتحرك Isotonic

**يحدث خلال هذا النوع من الانقباض تغيير في طول العضـــلة فقد تطول أو تقصـــر عن طولها الطبيعي تبعا لنوع العمل العضلي ويقسم إلى قسمين:**

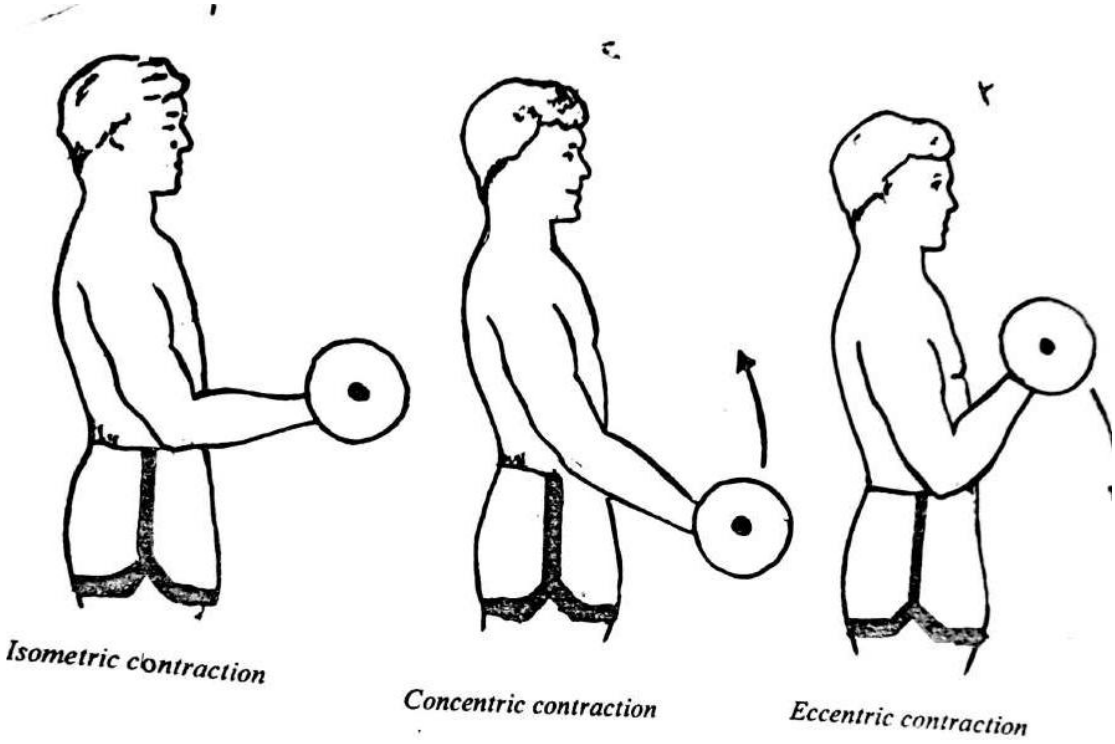
### 1. الانقباض العضلي الموجب Concentric

**خلال هذا النوع من الانقباض يحدث قصـــر في طول العضـــلة عن وضـــعها الطبيعي اي يقترب منشـــأ العضـــلة من مدغمها، وتحدث هذه الحالة عندما تتغلب القوة العضـــلية على المقاومة كما في حالة حمل ثقل باليد والقيام بعملية تقريب الساعد من العضد ، كما موضح بالشكل (١٣)**

### 2. الانقباض العضلي السالب Eccentric

**يحدث هذا النوع من الانقباض عندما تتغلب المقاومة على قوة العضـــلة فيؤدي ذلك الى اطالة العضلة عن طولها الطبيعي اي ابتعاد منشئها عن مدغمها كما في حالة ابعاد الساعد عن العضد عند ارجاع الحديد إلى الأرض في رفع الأثقال.**

3. **هناك مزيج من النوعين الســـابقين، أي مزيج من الانقباض العضـــلي الثابت والمتحرك ويطلق عليـه الانقبـاض الأكســـوتوني، ويتوقف اتبـاع او اســـتخـدام هـذا النوع من الانقباضـات تبعا للهدف المراد تحقيقه، حيث يمكننا الإشـارة باختصـار الى أن الانقباض العضـلي الثابت يؤدي إلى زيادة في القوة العضـلية وفي الوقت نفسـه له تأثير سـلبي في مرونـة المفاصل، أما عن استخدام الانقباض العضلي المتحرك الذي يؤدي إلى زيادة اقل في القوة العضـــلية فيما أذا قورن بألانقباض الثابت ولكن مردوداته ايجابية من حيث التأثير على مرونة المفاصل.**




شكل (١٣)

١- انقباض عضلي ثابت

٢- انقباض عضلي مركزي (موجب)

٣- انقباض عضلي لامركزي (سالب)

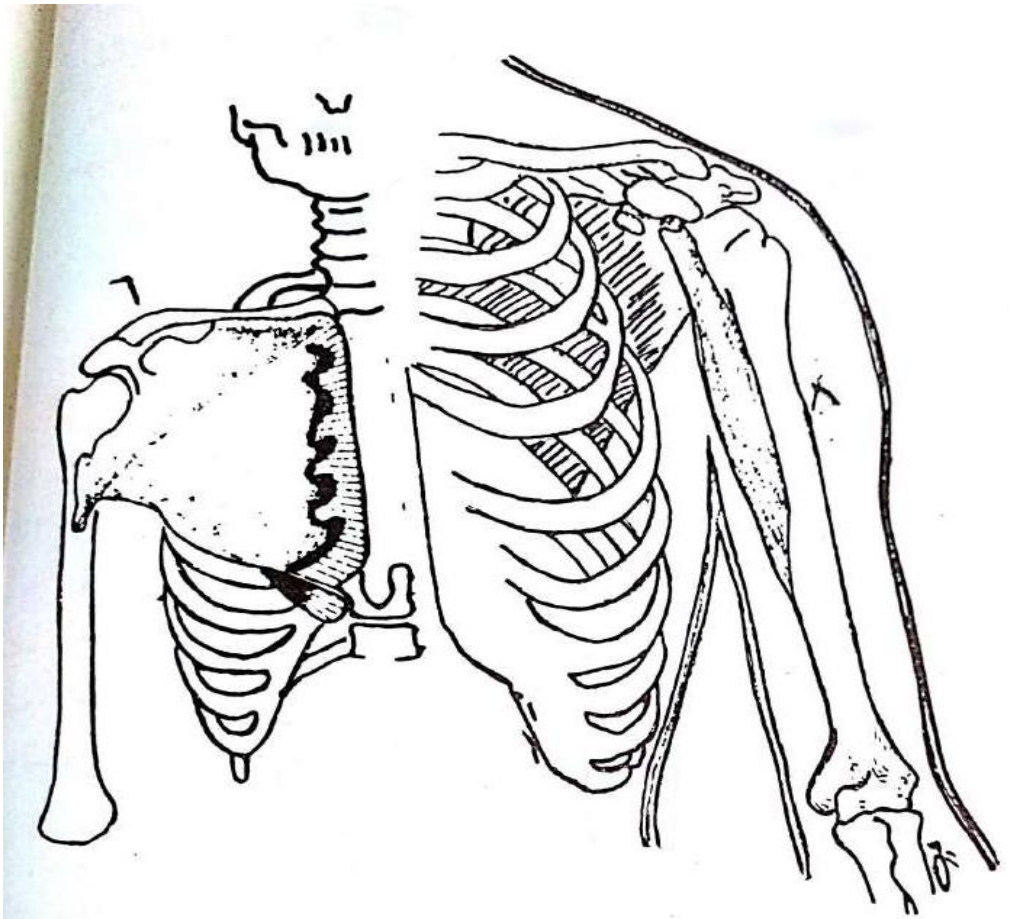
**يلاحظ من الشكل أن الحالة (1) لايحدث فيها أي تغيير في طول العضلة اما في الحالة (٢) فنجد ان عمل العضلة هو تقريب الساعد من العضد كما مبين بالسهم عندئذ يحدث قصر في طول العضلة أي اقتراب منشئها من مدغمها، في الحالة (٣) يحدث العكس حيث يبتعد الساعد عن العضد اي عند نزول الثقل الى الاسفل ويحدث نتيجة لهذا ابتعاد منشا العضلة عن مدغمها**

## 4. العمل العضلي للحركات الاساسية في مفاصل جسم الانسان

**تختلف العضلات فيما بينها من حيث طبيعة عملها وكذلك تبعا لنوع المفصل الذي تعمل عليه ويعتمد هذا على المدى الحركي الذي يسمح به هذا المفصل أو ذلك فهناك مفصل احادي الحركة اي يسمح بحركة الثني والمد كما في مفصل المرفق او ثنائي الحركة كما في مفصل الرسغ او ثلاثي الحركة الذي يسمح بمدى واسع للحركة كما في مفاصل الكتف والورك وبغية توضيح بعض الأمور التشريحية وعلاقتها بالحركات التي يقوم بها الانسان اثرنا دراسة العضلات العاملة على كل مفصل وطبيعة العمل الذي تقوم به كل عضلة.**

**عضلات مفصل الكتف**

| العضلة | عملها |
|---|---|
| 1- العضلة الغرابية العضدية | الثني والتقريب |
| 2- العضلة الدالية | تبعيد الذراع |
| 3- العضلة تحت الشوكة | تدوير العضد للخارج |
| 4- العضلة العريضة الظهرية | مد وتقريب وتدوير العضد للداخل |
| 5- العضلة الصدرية العظمى | ثني وتدوير العضد للداخل |
| 6- العضلة فوق الشوكة | تساعد على تقريب العضد |
| 7- العضلة المدملجة الكبرى | تقريب ومد وتدوير العضد للداخل |
| 8- العضلة المدملجة الصغرى | تقريب وتدوير العضد للخارج |



شكل (١٤)

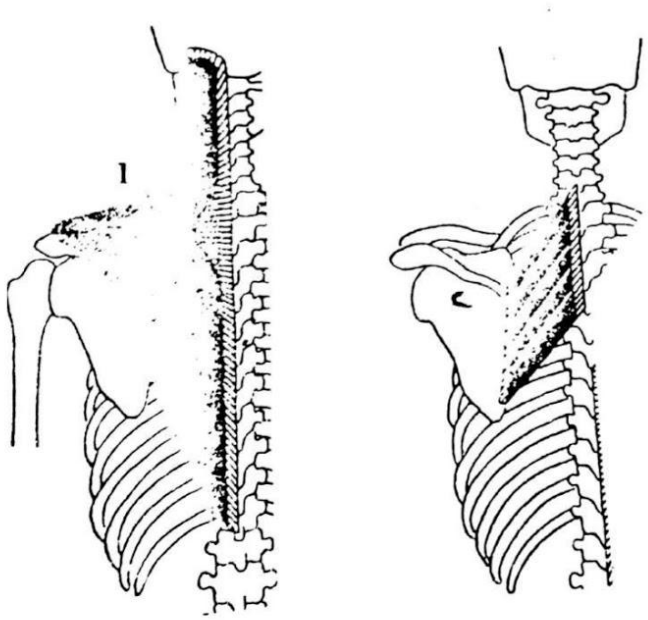
مجموعة عضلات مفصل الكتف

**مجموعة عضلات مفصل الكتف**

1- **العضلة فوق الشوكة**
2- **العضلة تحت الشوكة**
3- **العضلة المدملجة الصغرى**
4- **العضلة المدملجة الكبرى**
5- **العضلة العريضة الظهرية**
6- **العضلة الصدرية العظمى**
7- **العملة الدالية**
8- **العضلة الغرابية العضدية**

## عضلات المنكبين

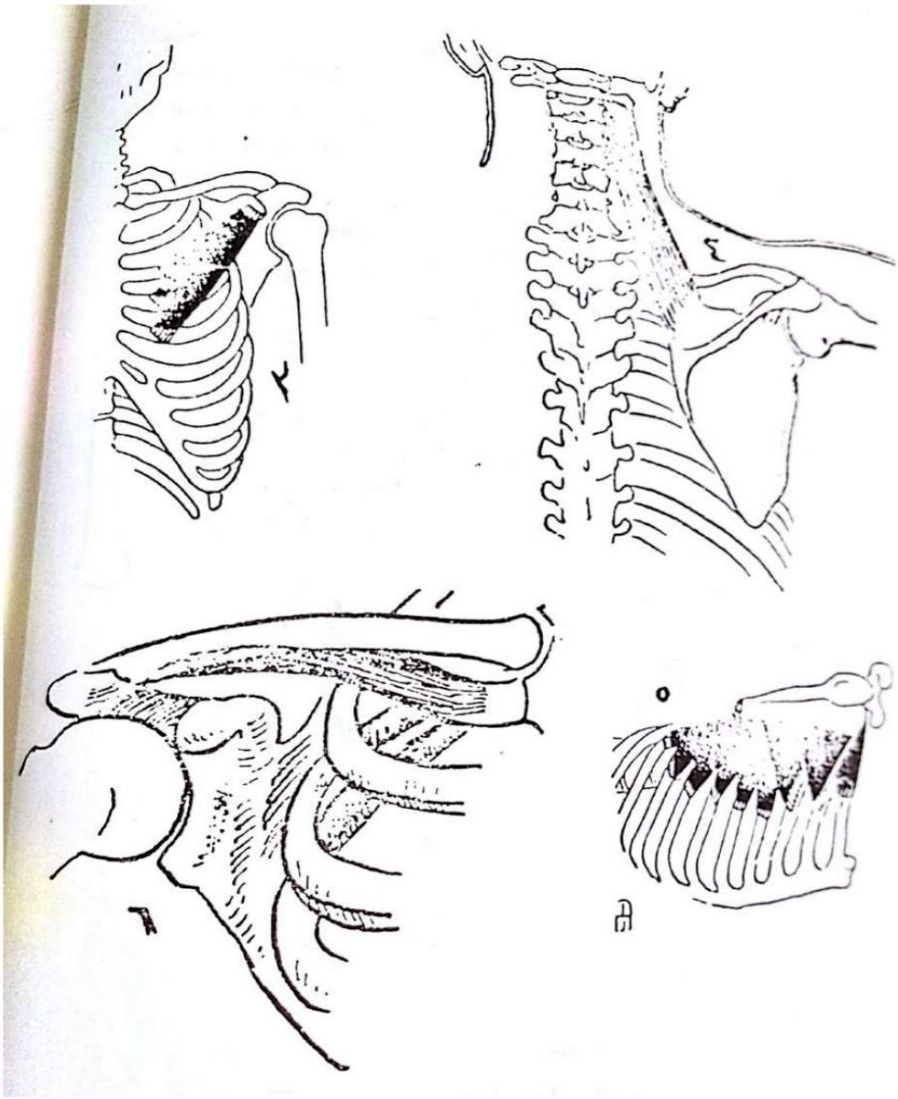
| العضلة | عملها |
|---|---|
| 1- العضلة الرافعة للوح | رفع عظم لوح الكتف |
| 2- العضلة الصدرية الصغرى | خفض عظم لوح الكتف سحب الكتف للامام |
| 3- العضلة المعينية الكبرى | تقر يب و تدوير لوح الكتف |
| 4- العضلة تحت الترقوة | سحب عظم الترقوة للداخل |
| 5- العضلة المنشارية العظمى | تبعيد لوح الكتف |
| 6- العضلة المربعة المنحرفة | تقريب وتدوير لوح الكتف |
| | رفع وخفض لوح الكتف، مد الرقبة |




شكل (١٥)

## مجموعة عضلات مفصل المنكبين

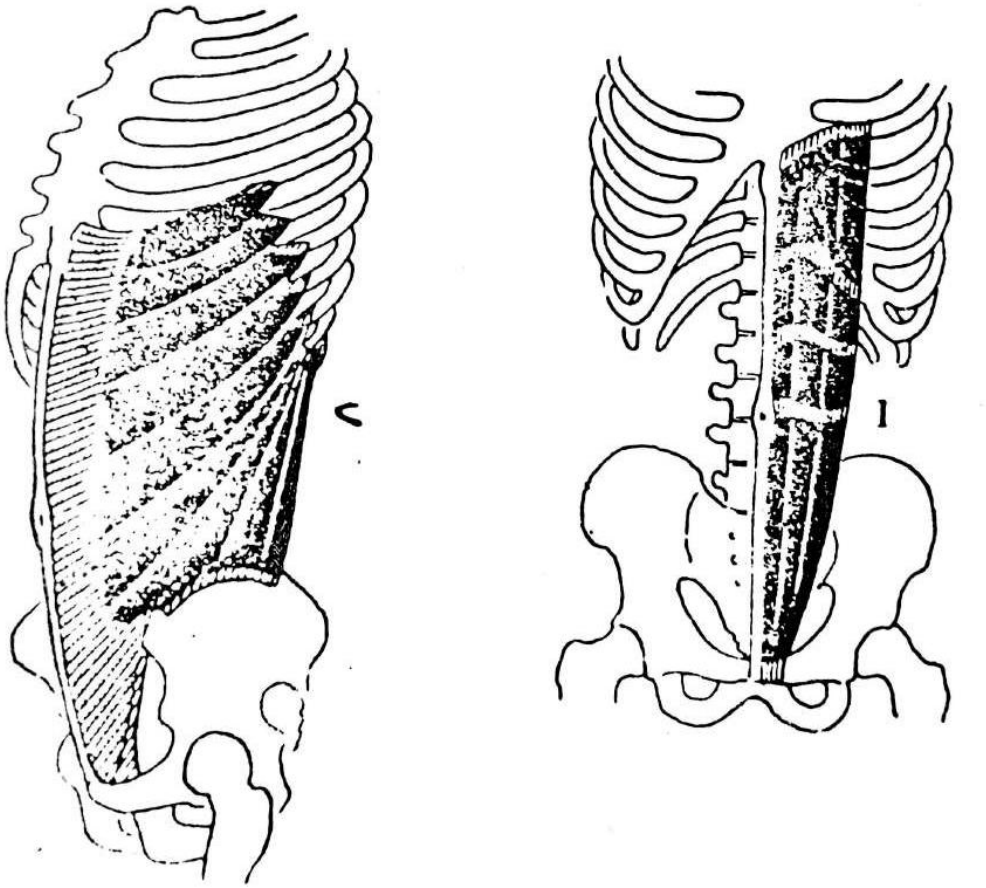
1- العضلة المربعة المنحرفة
2- العضلة المعينية



3- العضلة الصدرية الصغرى
4- العضلة الرافعة للوح
5- العضلة المنشارية العظمى
6- العضلة تحت الترقوة

**عضلات الجذع**

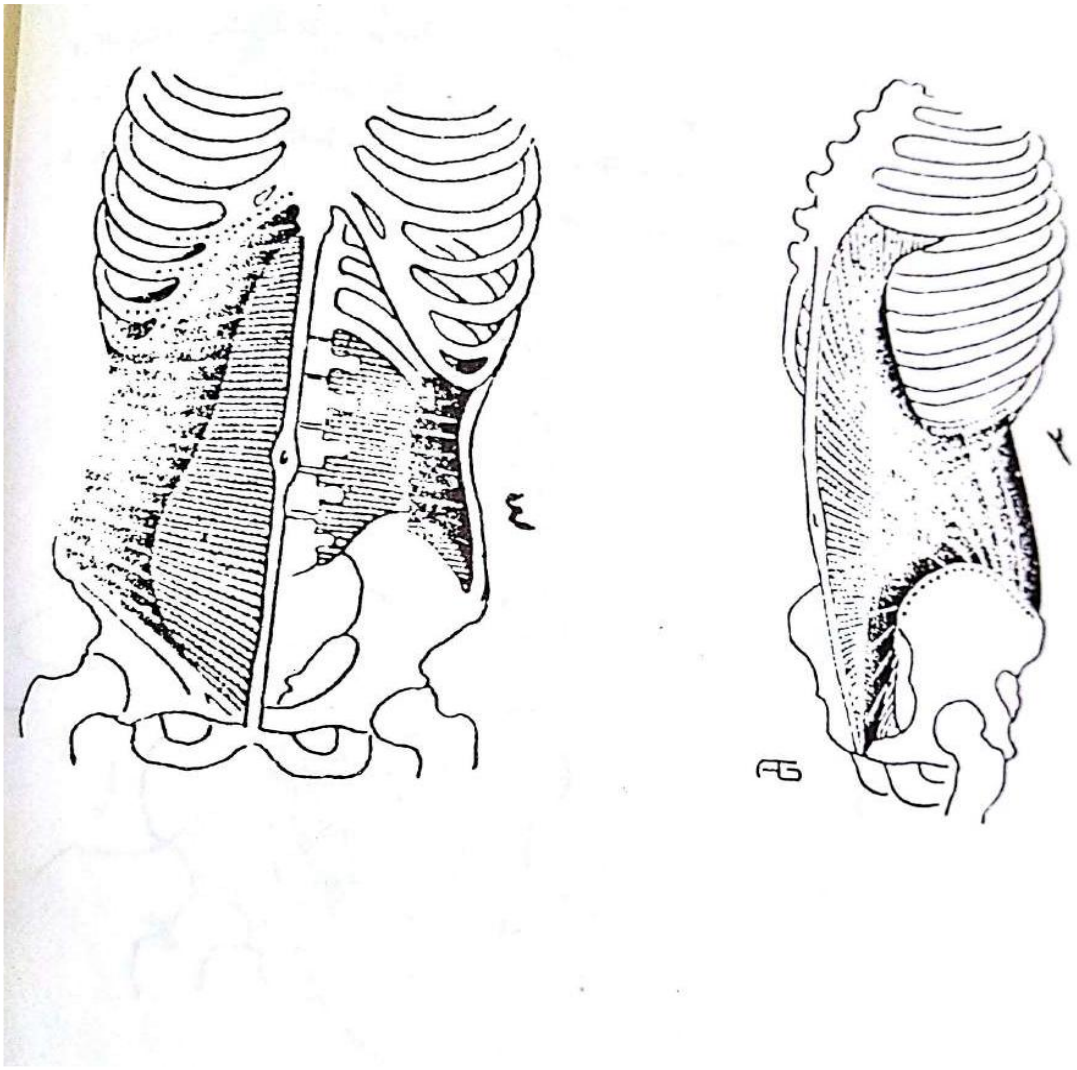
| العضلة | عملها |
|---|---|
| **1- العضلة البطنية المنحرفة الخارجية** | **الثني، التدوير، حني العمود الفقري الى الجانب** |
| 2- **العضلة البطنية المنحرفة الداخلية** | **تساعد على حني الجذع الى الجانب** |
| 3- **العضلة البطنية المستقيمة** | **ثني العمود الفقري، تساعد على عملية التنفس** |
| 4- **العضلة البطنية المستعرضة** | **تساعد على عملية الزفير** |
| 5- **العضلة العجزية الشوكية** | **مد، الحني الجانبي وتدوير العمود الفقري** |
| 6- **العضلة المربعة القطنية** | **مد القسم القطني من العمود الفقري حني العمود الفقري إلى الجانب** |



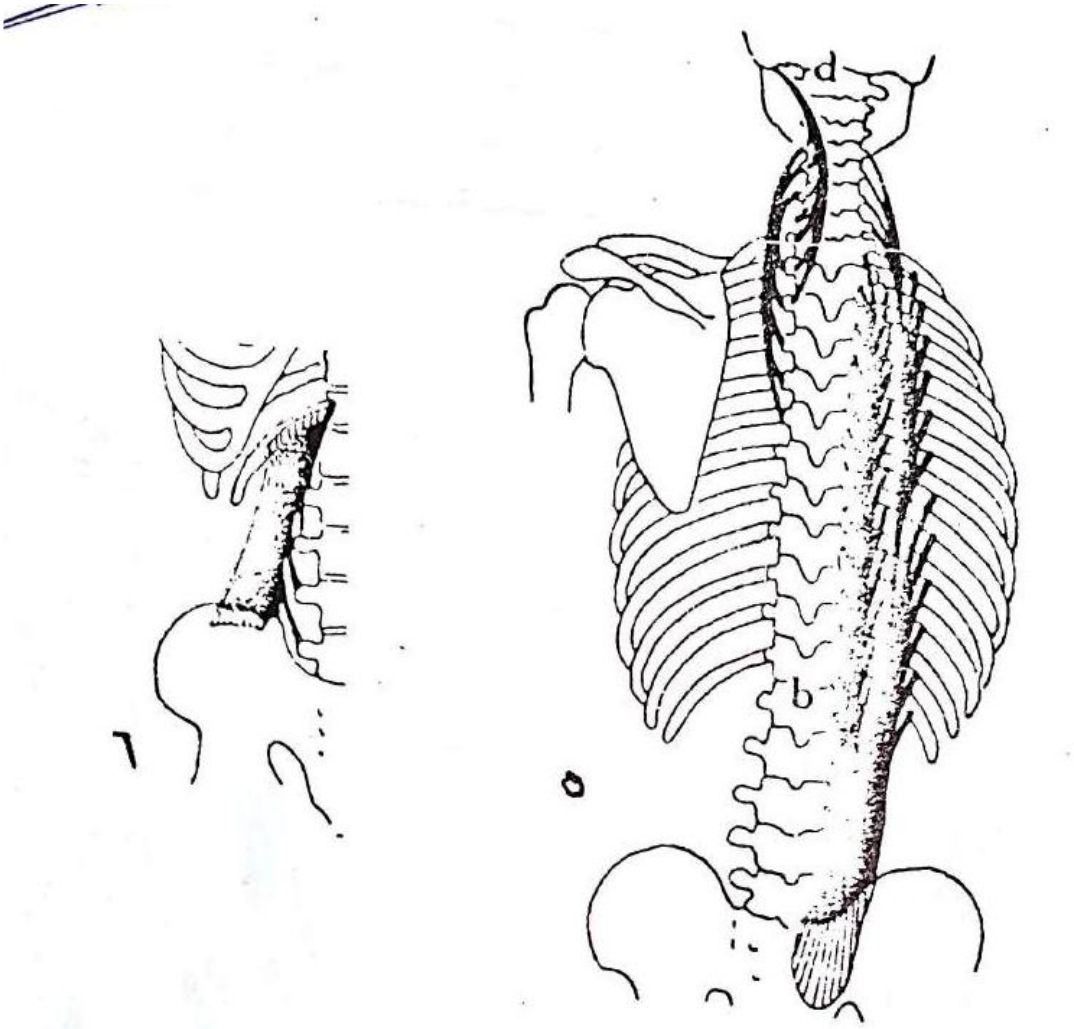

شكل (١٦)

**مجموعة عضلات الجذع**

**1- العضلة البطنية المستقيمة**
**2- العضلة البطنية المنحرفة الخرجية**



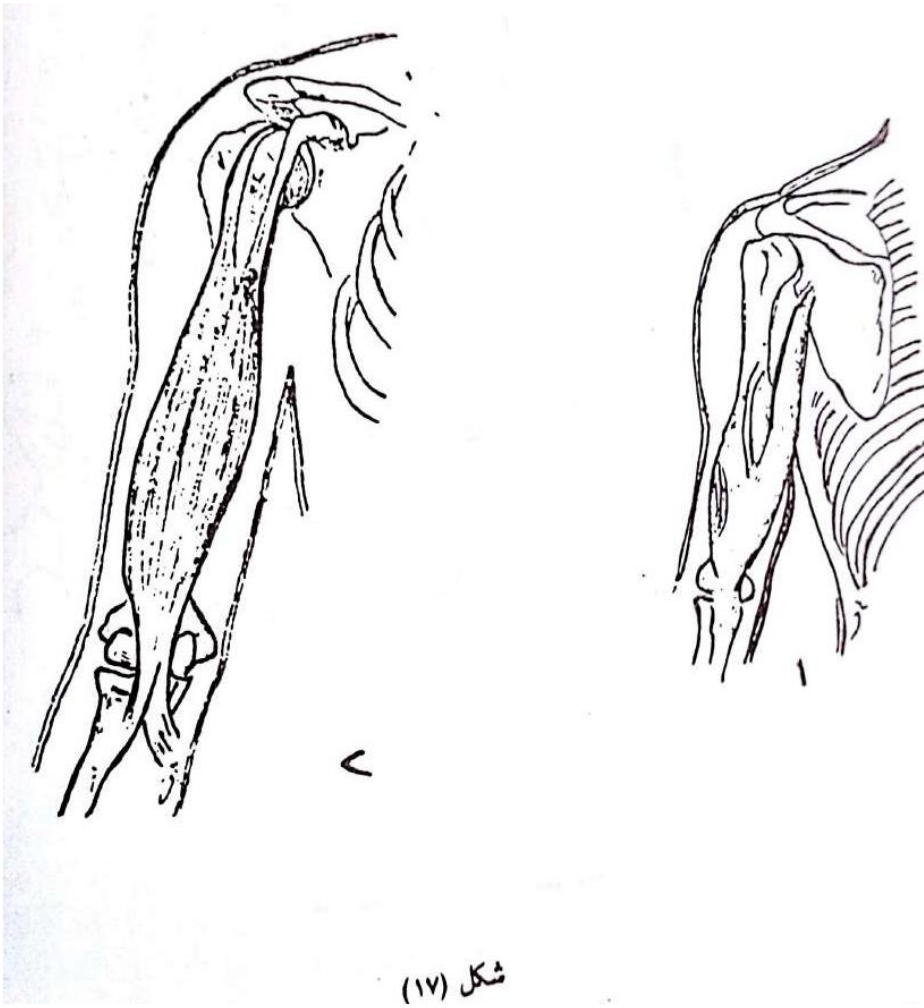
3- العضلة البطنية المنحرفة الداخلية
4- العضلة البطنية المستعرضة




5- العضلة العجزية الشوكية
6- العضلة المربعة القطنية

**عضلات المرفق**

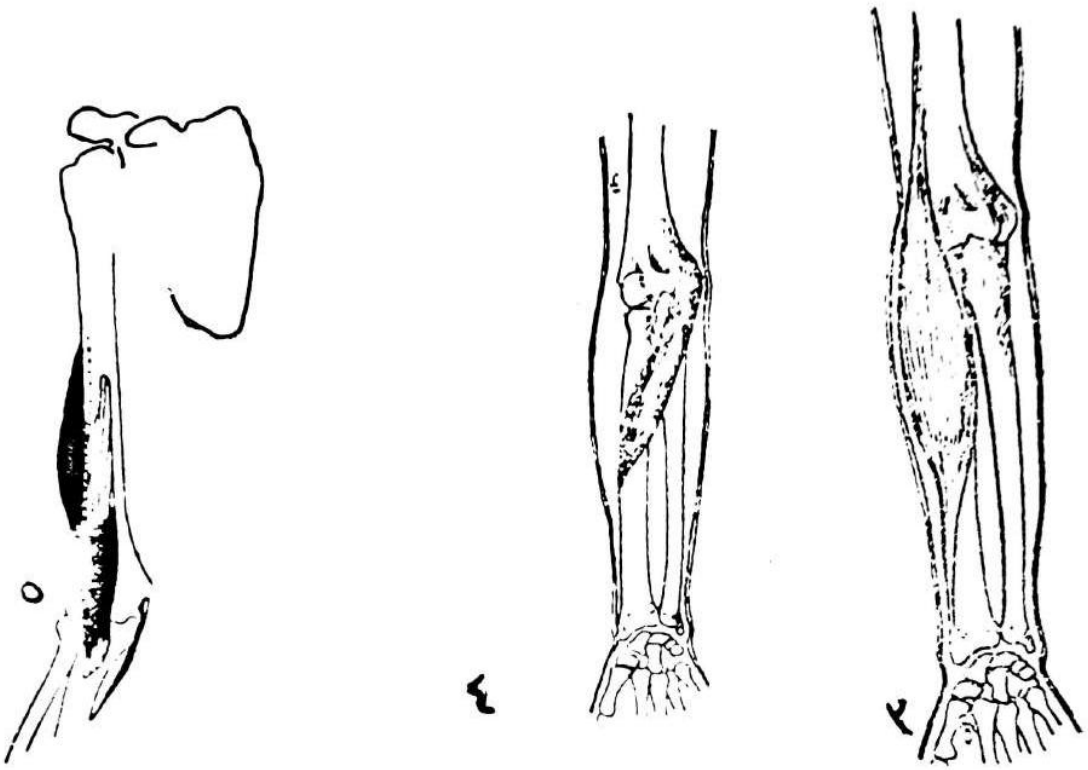
| العضلة | عملها |
|---|---|
| 1- العضلة ذات الرأمين العضدية | تقريب الساعد من العضد و بملح الساعد |
| 2- العضلة العضدية | تقريب الساعد من العضد |
| 3- العضلة العضدية الكعبرية | تقريب الساعد من العضد |
| 4- العضلة الكاية المستديرة | تقريب الساعد من العضد وكب الساعد |
| 5- العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية | تبعيد الساعد عن العضد |




شكل (١٧)

**مجموعة عضلات مفصل المرفق**

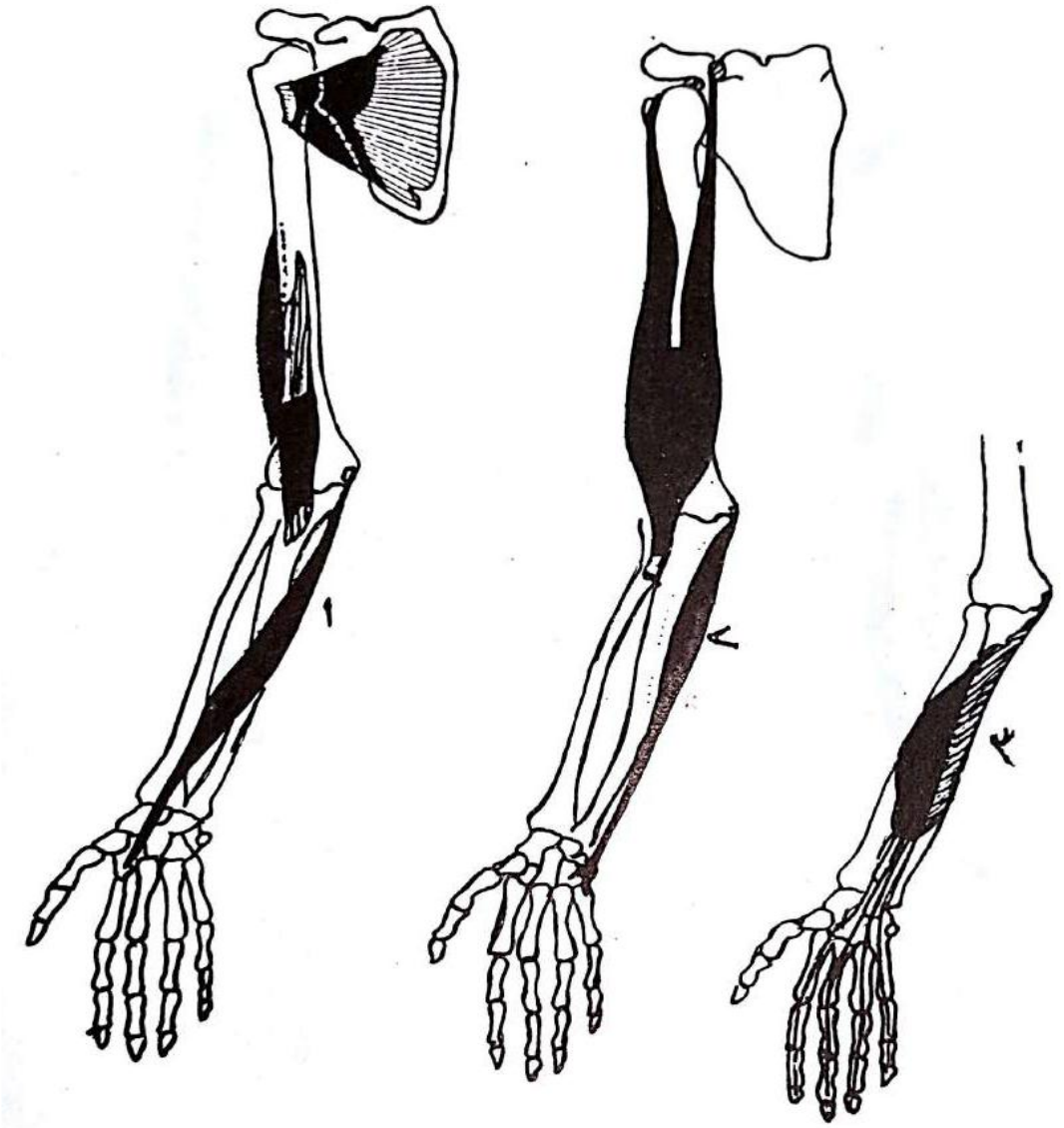
1- العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية
2- العضلة ذات الرأسين العضدية




3- العضلة العضدية الكعبرية
4- العضلة الكاية المستديرة
5- العضلة العضدية

**عضلات الرسغ**

| العضلة | عملها |
| --- | --- |
| 1- العضلة الباسطة للرسغ الكعبرية الطويلة | مد الرسغ، تبعيد اليد |
| 2- العضلة الباسطة للرسغ الكعبرية القصيرة | مد الرسغ، تبعيد اليد |
| 3- العضلة الباسطة للرسغ الزندية | مد الرسغ، تقريب اليد |
| 4- العضلة الباسطة للاصابع | مد السلاميات |
| 5- العضلة القابضة للرسغ الكعبرية | ثني الرسغ، تبعيد اليد، تساعد على ثني المرفق |
| 6- العضلة القابضة للرسغ الزندية | ثني الرسغ، تقريب اليد، تساعد على ثني المرفق |
| 7- العضلة القابضة للاصابع الغائرة | ثني السلاميات العميقة |
| 8- العضلة القابضة للاصابع السطحية | ثني السلامية الثانية للاصابع ثنى اليد، تساعد على ثني المرفق |

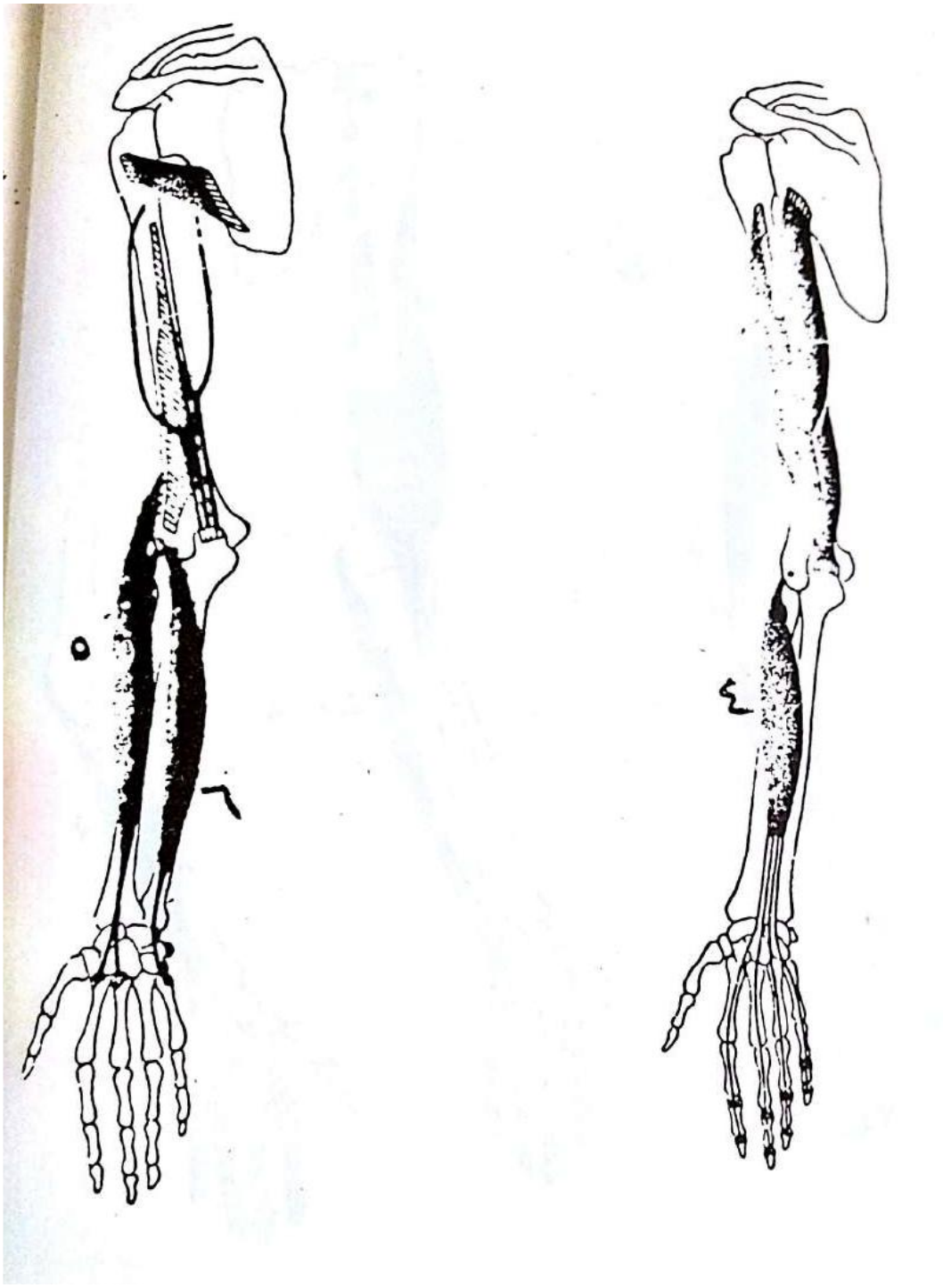



شكل (١٨)

مجموعة عضلات مفصل الرسغ

**مجموعة عضلات مفصل الرسغ**

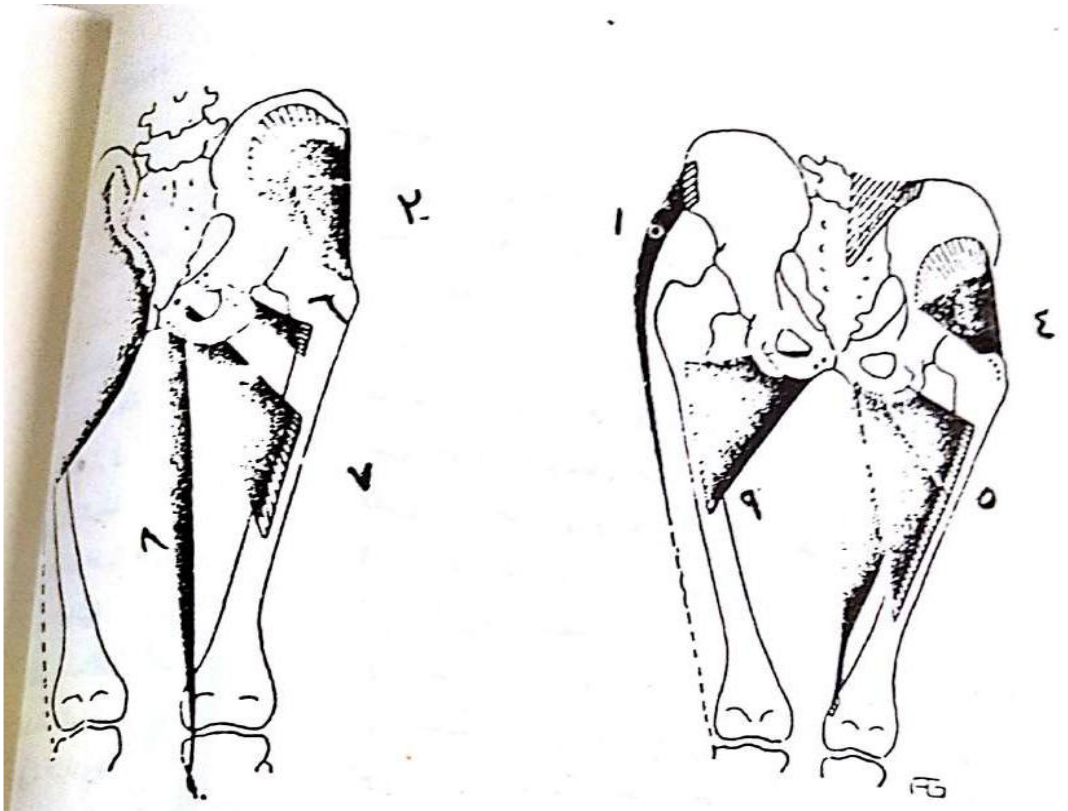
1- العضلة القابضة للرسغ الكعبرية
2- العضلة القابضة للرسغ الزندية
3- العضلة القابضة للاصابع الغائرة والسطحية




4- العضلة الباسطة للاصابع
5- العضلات الباسطة للرسغ الكعبرية الطويلة والقصيرة
6- العضلة الباسطة للرسغ الزندية

**عضلات الفخذ**

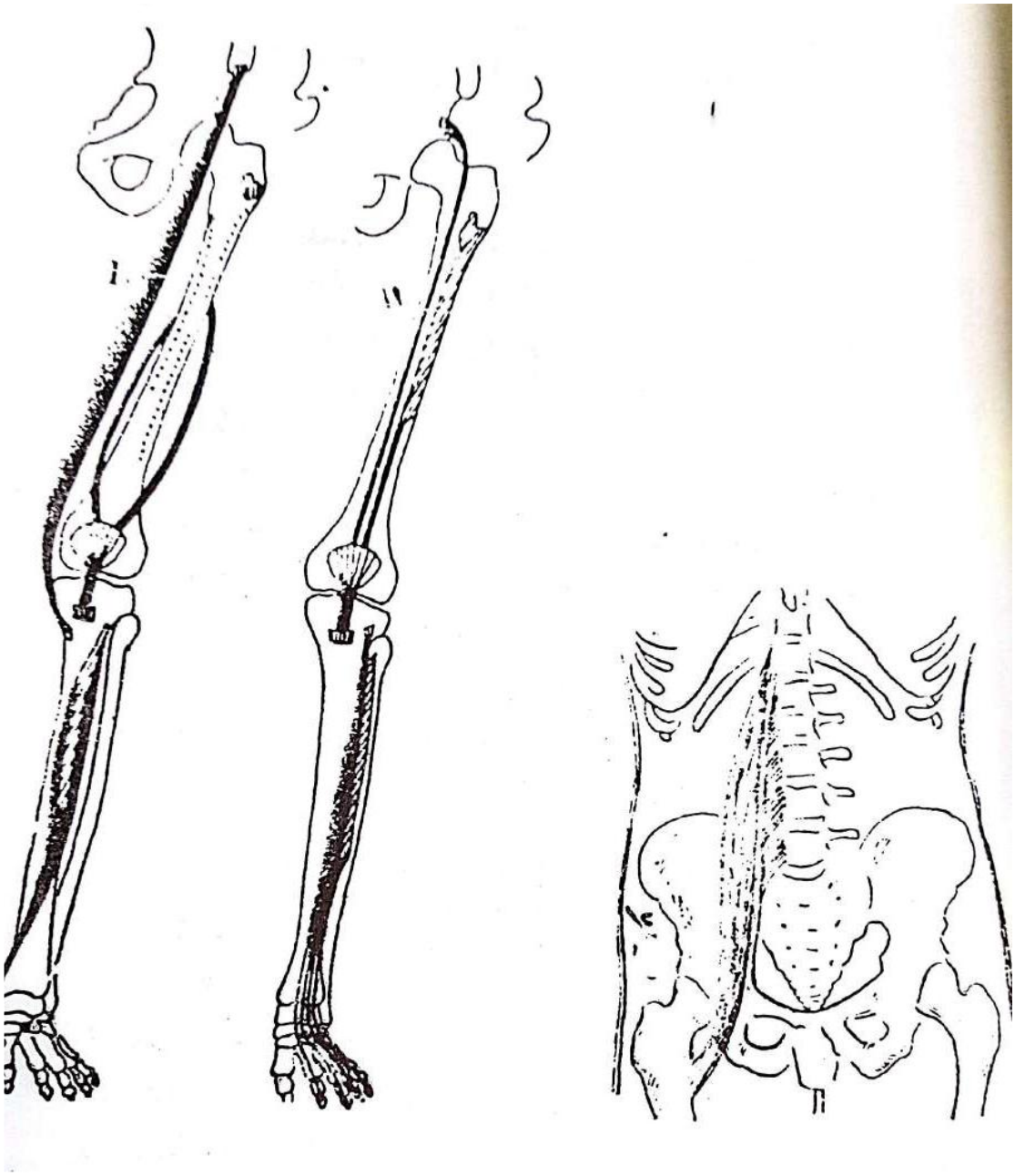
| العضلة | عملها |
| --- | --- |
| 1- العضلة المقربة العظيمة | تقريب، ثني، مد، تدوير الفخذ |
| 2- العضلة المقربة الطويلة | تقريب، ثني، تدوير الفخذ |
| 3- العضلة المقربة القصيرة | عمل العضلة الطويلة نفسه |
| 4- الالبية العظمى | مد، تبعيد، تدوير الفخذ للخارج، مد الجذع السفلي |
| 5- الالبية المتوسطة | تبعيد وتدوير الفخذ للداخل |
| 6- الألبية الصغرى | عمل العضلة المتوسطة نفسه |
| 7- العضلة الرشيقة | تقريب الفخذ، ثني وتدوير الرجل للداخل |
| 8- العضلة الحرقفية القطنية | ثني الفخذ، ثني الفخذ من الجهة القطنية |
| 9- العضلة العانية | ثني، وتقريب الفخذ |
| 10- العضلة المستقيمة الفخذية | ثني الفخذ، مد الرجل |
| 11- العضلة الخياطية | ثني الفخذ وتدويره للخارج، ثني الرجل |
| 12- العضلة الناشرة | ثني، تبعيد وتدوير الفخذ للداخل |




شكل (١٩)
مجموعة عضلات مفصل الفخذ

**مجموعة عضلات مفصل الفخذ**

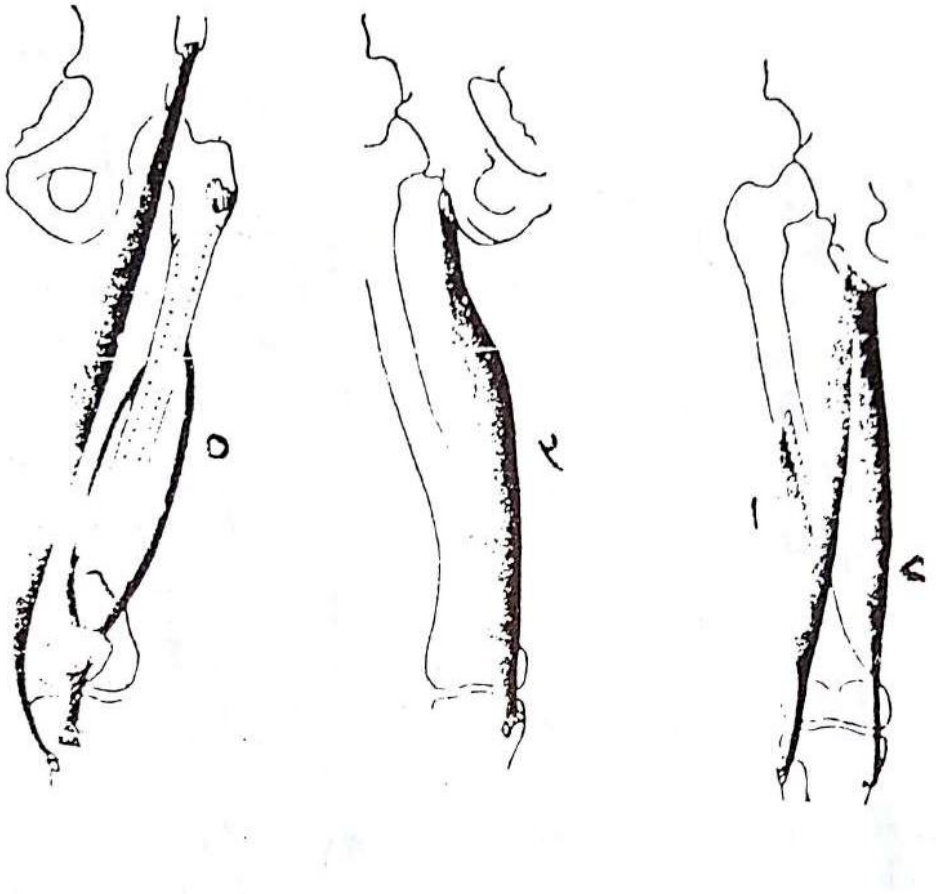
1- **العضلة الناشرة**
2- **العضلة الالبية العظمى**
3- **العضلة الالبية المتوسطة**
4- **العضلة الالبية الصغرى**
5- **العضلة المقربة العظمية**
6- **العضلة العانية**
7- **العضلة المقربة الطويلة**
8- **العضلة الرشيقة**
9- **العضلة القربة القصيرة**



10-العضلة الخياطية
11-العضلة المستقيمة الفخذية
12-العضلة الحرقفية القطنية

**عضلات الركبة**

| العضلة | عملها |
| --- | --- |
| 1- العضلة ذات الرأسين الفخذية | ثني الرجل ومد الفخذ، تدوير الرجل للخارج عندما تكون الركبة في حالة انثناء |
| 2- العضلة النصف وترية | ثني الرجل ومد الفخذ، تدوير الرجل عندما تكون الركبة في حالة انثناء |
| 3- العضلة النصف غشائية | عمل العضلة النصف وترية نفسه |
| 4- العضلة المستقيمة الفخذية | مد الرجال، ثني الفخذ |
| 5- العضلة الواسعة الوحشية | مد الرجل |
| 6- العضلة الواسعة الوسطى | مد الرجل |
| 7- العضلة الواسعة الانسية | مد الرجل |
| 8- العضلة الرشيقة | ثني وتدوير الرجل للداخل، تقريب الفخذ |
| 9- العضلة الخياطية | ثني الرجل، ثني الفخذ وتنويره للخارج |
| 10- العضلة المأبضية | تدوير تعظم الفخذ للخارج على عظم الظنبوب |



شكل (٢٠)

مجموعة عضلات مفصل الركبة

**مجموعة عضلات مفصل الركبة**

**1. العضلة ذات الرأسين الفخذية**

**٢. العضلة النصف وترية**

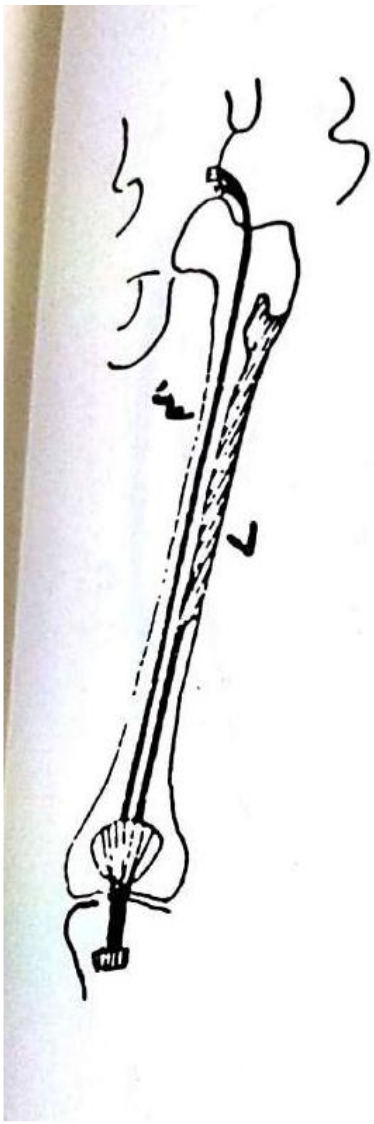
**٣. العضيلة النصف غشائية**

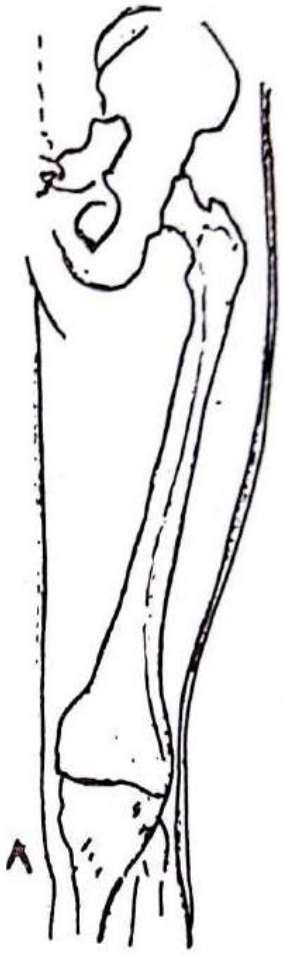
**4. العضلة المستقيمة الفخذية**

**د. العضلة الواسعة الوحشية**

العضلة الواسعة الوسطى ٧. العضلة الواسعة الانسية م العضلة المأبضية

.. العضلة الرشيقة راجع شكل (١٩) 10. العضلة الخياطية راجع شكل (١٩)





**6.العضلة الواسعة الوسطى**

**٧. العضلة الواسعة الانسية**

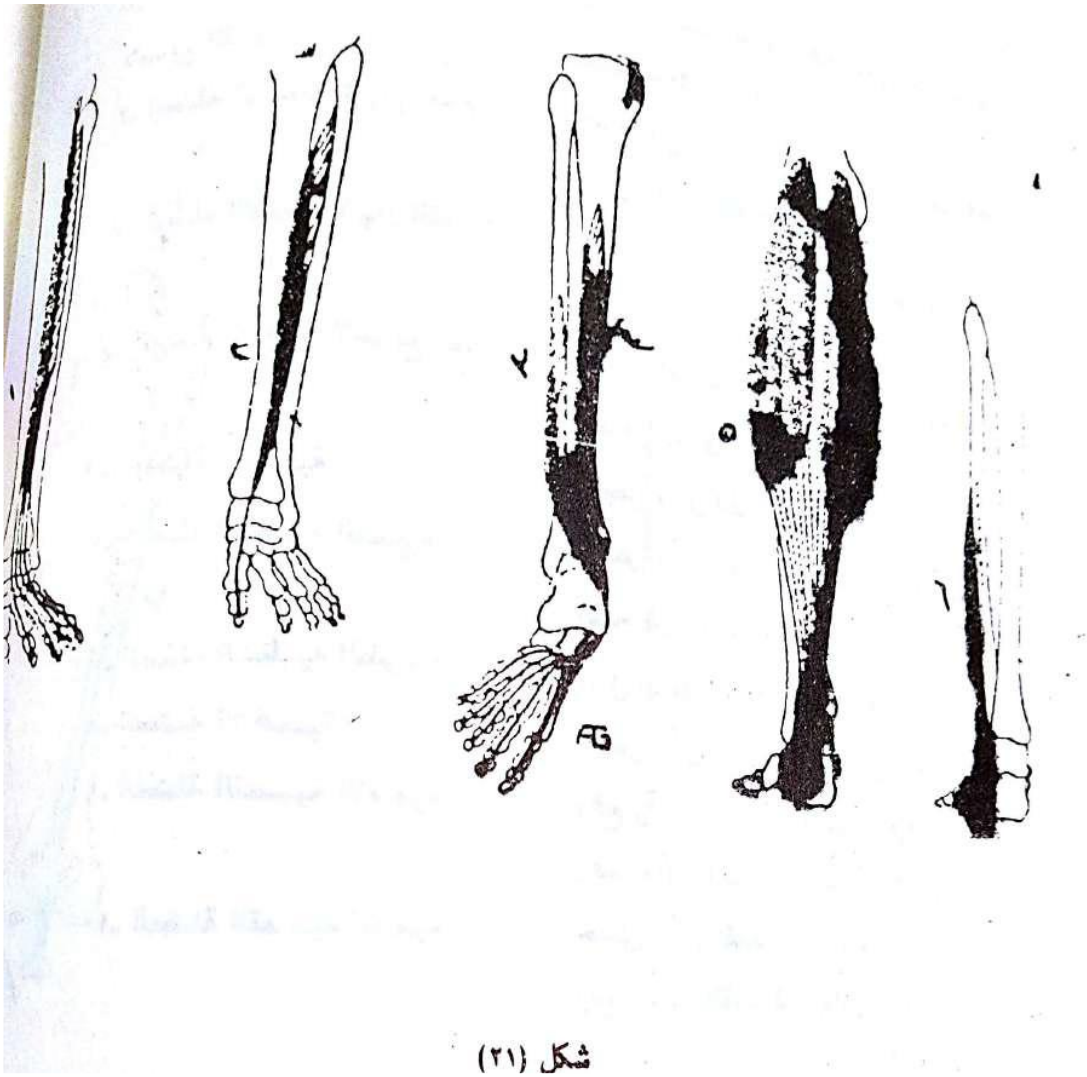
**8. العضلة المأبضية**

**9. العضلة الرشيقة راجع شكل (١٩)**

**10. العضلة الخياطية راجع شكل (١٩)**

**عضلات القدم**

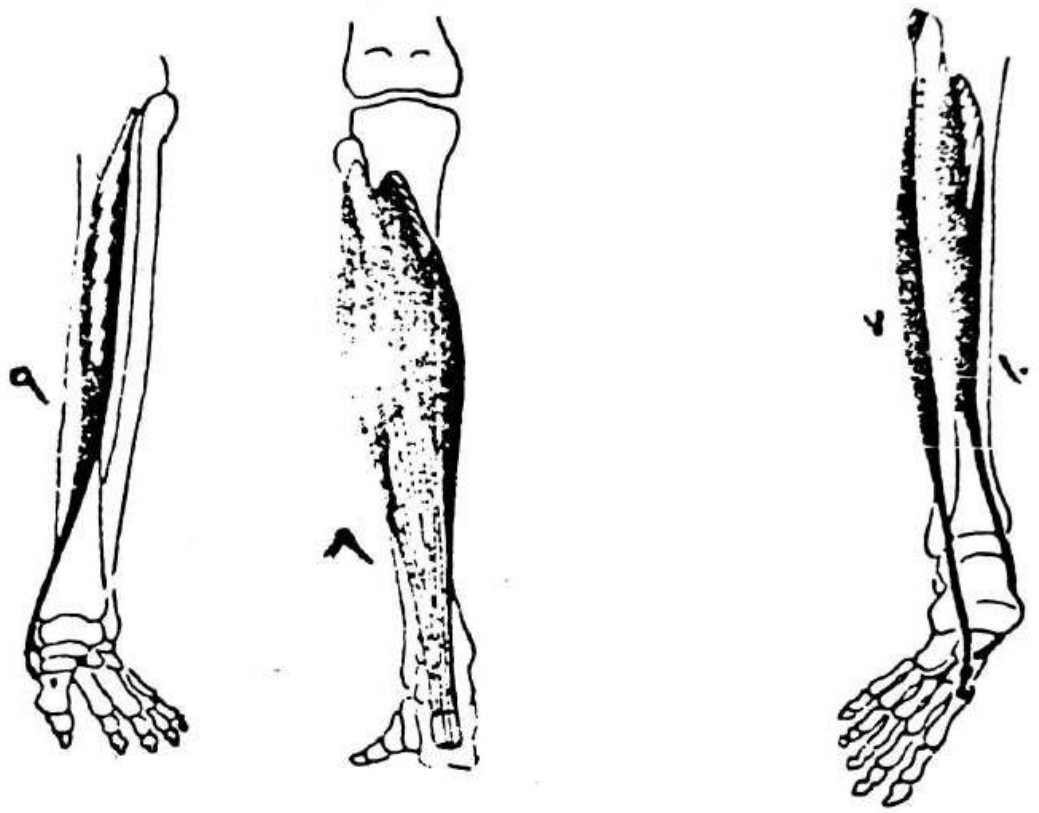
| العضلة | عملها |
| --- | --- |
| 1- العضلة الطويلة الباسلة | مد سلاميات القدم، رفع رأس القدم تجاه عظم الساق لاصابع القدم |
| 2- العضلة الباسلة لابهام القدم | مد اصبع الرجل الكبير، تساعد على رفع رأس القدم تجاه عظم الساق |
| 3- العضلة القابضة لابهام القدم | ثني اصبع الرجل الكبير، تساعد على خفض رأس القدم الى الأسفل |
| 4- العضلة القابضة لاصابع القدم | ثني سلاميات القدم، تساعد في خفض رأس القدم للاسفل |
| 5- العضلة التوأمية | خفض رأس القدم الى الأسفل، ثني الرجل |
| 6- العضلة الشظية القصيرة | خفض رأس القدم الى الاسفل. رفع جانب القدم الى الجانب الوحش |
| 7- العضلة الشظية الطويلة | عمل الشظية القصيرة نفسه |
| 8- العضلة الأخمصية | خفض رأس القدم الى الأسفل |
| 9- العضلة القصبية الأمامية | رفع رأس القدم إلى الأعلى تجاه الساق<br>رفع جانب القدم الى الجانب الأنسي |
| 10- العضلة القصبية الخلفية | خفض رأس القدم الى الأسفل<br>رفع جانب القدم الى الجانب الانسي. |



شكل (٢١)

**مجموعة عضلات مفصل القدم**

1- العضلة الطويلة الباسطة لاصابع القدم .
2- العضلة الباسطة لابهام القدم
3- العضلة القابضة لابهام القدم
4- العضلة القابضة لاصابع القدم
5- العضلة التوأمية
6- العضلة الشضيية القصيرة



7- العضلة الشظية الطويلة
8- العضلة الاخمصية
9- العضلة القصبية الأمامية
10-العضلة القصبية الخلفية

## 5- التأثير الميكانيكي للعضلات: Cooperative action of muscles

ذكرنا في موضـــع ســـابق أن جميع الأفعال الارادية التي يقوم بها الفرد هى نتيجة لقوة ذاتية يســـتخدمها للقيام باعماله اليومية او حركاته الرياضـــية. آن اســـاس القوة الذاتية هي القوة المتولدة نتيجة العمل العضـــلي من خلال الانقباض العضـــلى للعضـــلة الواحدة او للمجموعة العضلية. انه من النادر ان تقوم عضلة واحدة بالعمل المعين الا وتشترك في ذلك العمل عضلة اخرى او مجموعة عضلية، وفي بعض الأحيان يستدعي الامراشتراك مجاميع عضلية عديدة وهذا يتوقف على نوع العمل وكمية القوة المراد استخدامها.

ان اشتراك اكثر من عضلة واحدة في عمل معين لا يعني هذا أن جميع هذه العضلات تعمل في اتجاه واحد او تشترك جميعها بالمقدار نفسه، بل يختلف عمل هذه العضلات في بينها من حيث الأهمية النسـبية لمسـؤولية القيام بذلك العمل فعلى سـبيل المثال أن العمل العضـلي اثناء ثني المرفق يؤدي إلى انقباض العضلة ذات الرأسين العضدية مركزيا اى

اقتراب نهايتها من بعضـها وفي الوقت نفسـه تبتعد نهايتا العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية عن مركز العضـلة، ففي هذه الحالة يطلق على العضـلة ذات الرأسـين العضـدية عضـلة محركة Agonist اما دور العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية فيكون عضلة مضادة اي عكس عمل العضـلة الأولى Antagonist، ويصـبح القول بالعكس على عمل العضـلتين السـابقتين اثناء عملية مد المرفق حيث تصـبح العضـلة ذات الثلاث رؤوس عضـلة محركة بينما تعمل العضـلة ذات الرأسين العضدية بشكل مضاد.

ويستدعي الأمر في بعض الحالات ان تعمل عضلة اخرى بجانب العضلة المحركة القيام بالعمل نفسـه ولكن بنسـبة أقل من العضـلة الرئيسـة المسـؤولة عن العمل أن يطلق على هذه العضـلة عضـــلة حركة مســـاعدة. ففي حركة بطح الســـاعد تقوم العضـــلة الباطحة بالعمل الرئيس بينا تشـترك العضـلة ذات الرأسـين العضـدية كعضـلة مسـاعدة ( ارجع الى العمل العضـلي لعضـلات المرفق).

تقوم بعض العضلات اثناء العمل العضلي بوظيفة التثبيت لتسـهيل مهمة عضـلات اخرى القيام بواجبها العضـلى، فعلى سـبيل المثال تقوم العضـلات الثانية للورك بعملية التثبيت عندما تعمل العضـلة البطنية المسـتقية والعضـلات المشـاركة لها في ثني الجزء القطني من العمود الفقري وذلك من وضع الاستلقاء على الظهر.

في بعض الأحيان يكون للعضـــلة العاملة أكثر من عمل واحد مثل التقريب والتبعيد، والثني والتدوير ولغرض تحديد عمل العضلة بالاتجاه الذي يتطلبه ذلك

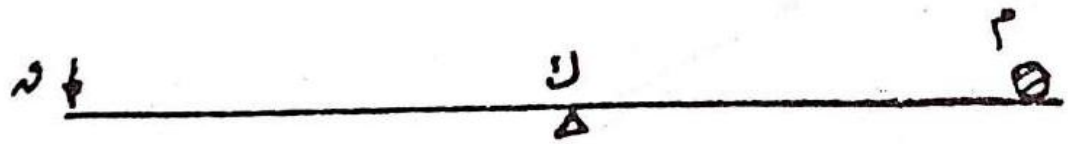
وليكن عملية التقريب فقط عندئذ تقوم عضلات اخرى بالاسهام في ذلك العمل وتكون وظيفتها منع حدوث الحركات غير المرغوب فيها والتي لاتنسجم مع طبيعة العمل المراد تحقيقه ويطلق على هذه العضلات المعادلة او الموجهة، وبغية تسهيل مهمة معرفة انواع عمل العضلات في جسم الانسان نوجزها بما يلي:

1- عضلة حركة
2- عضلة محركة مساعدة
3- عضلة مقابلة او مضادة
4- عضلة مثبتة
5- عضلة معادلة

## 6- العتلات:. Levers

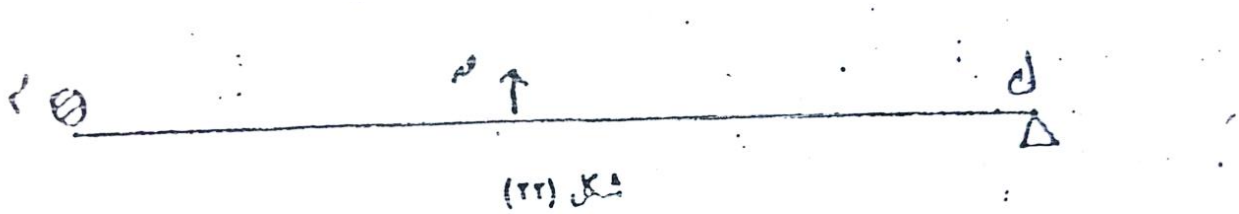
استخدم الانسان منذ الأزل قواه الذاتية والقوى الخارجية للتغلب على المقاومات وحمل الأشياء ومستلزمات حياته الأخرى، فكان يبذل قدرا كبيرا من القوة للتغلب على مقاومة قليلة، وما أن أخضعت الحركة إلى اسسها الميكانيكية ومحاولة لاستغلال قوى الانسان والقوى الخارجية الاستغلال الأمثل والتغلب على مقاومات كبيرة بقوى قليلة نسبيا حتى يتمكن من تحقيق مبدأ الاقتصاد في الجهد وكذلك تحديد الهدف من استخدام القوة فكانت العتلة (الرافعة) والتي تتكون من سلسلة عمل تحتوي على ثلاث نقاط، هي نقطة الارتكاز، ونقطة تمثيل القوة، ونقطة تمثيل المقاومة، وعلى هذا الأساس هناك ثلاث انواع من العتلات المستخدمة في حياتنا الاعتيادية

النوع الأول: تقع نقطة الارتكاز بين القوة والمقاومة



النوع الثاني: تقع نقطة المقاومة بين القوة ونقطة الارتكاز

النوع الثالث : تقع نقطة القوة بين المقاومة ونقطة الارتكاز




شكل (٢٢)

**شكل (٢٢)**

**ان المسـافة بين نقطة تأثير القوة ونقطة الارتكاز تسـمى ذراع القوة اما المسـافة بين نقطة تأثير المقاومة ونقطة الارتكاز فتسـمى ذراع المقاومة، ولكي تبقى العتلة في حالة توازن يجب أن يتساوى ذراع القوة مع ذراع المقاومة على اساس المعادلة الاتية**

**القوة × ذراعها = المقاومة x ذراعها**

**تسـتخدم العتلات في حياتنا اليومية لأغراض عديدة، فقد تسـتخدم للتغلب على مقاومة كبيرة بقوة اقل او تستخدم لزيادة مدى الحركة أو سرعة الحركة وبشكل عام**

**تستخدم العتلات كالاتي:**

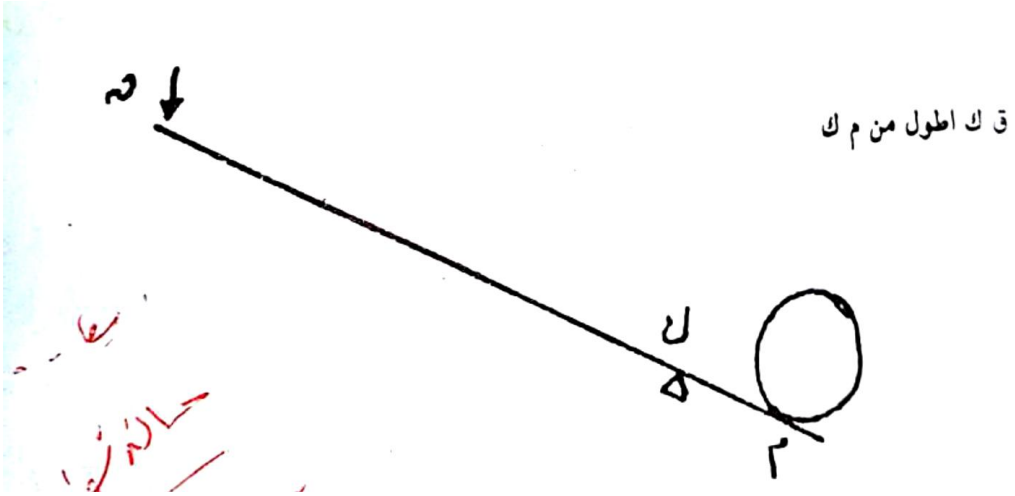
**١- الاقتصاد بالقوة**

**٢- سرعة ومدى الحركة**

**٣- تغيير الاتجاه**

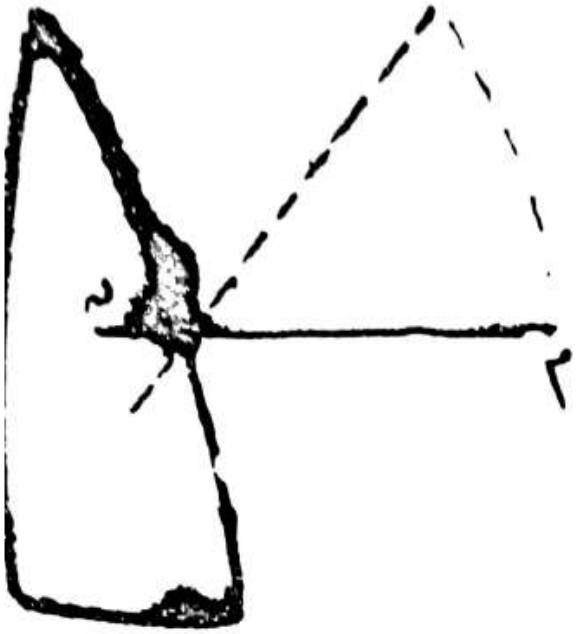
**فالاسـتخدام العتلة للتغلب على مقاومة كبيرة يجب أن يكون ذراع القوة أطول من ذراع المقاومة كما في الشكل (٢٣)**

**ق ك اطول من م ك**



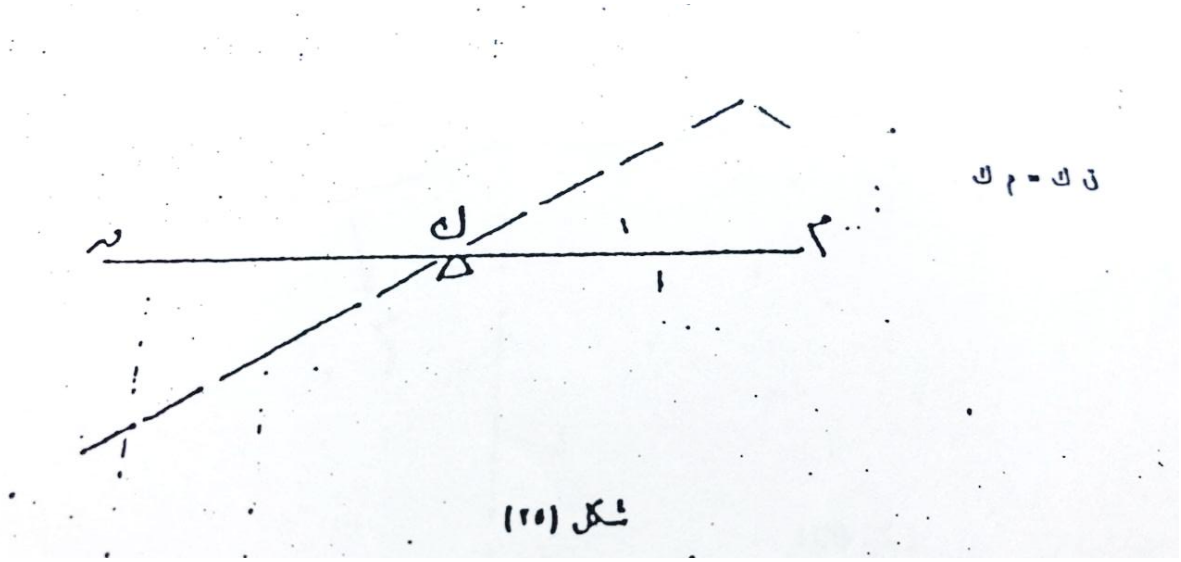
**حيث يمثل البعد بين م , ك ذراع المقاومة وهو قصير قياسا بذراع القوة زززز بالبعد بين ق , ك**

**وقد تستخدم العتلة لزيادة مدى او سرعة الحركة عندئذ يكون ذراع القوة اقصر من ذراع المقاومة مثال مجذاف القارب كما في الشكل ( 24 )**




شكل (٢٤)

**اما اذا كان الهدف من استخدام العتلة هو تغيير الاتجاه فيكون ذراع القوة في هذه الحالة مساويا الى ذراع المقاومة**




شكل (٢٥)

**يطلق على القوة اثناء حركة العتلة مصـطلح عزم القوة، ويســاوي مقدار القوة مضــروبا في بعدها العمودي عن محرر دران العتلة، لان حركة العتلة هي حركة دائرية وليســت انتقالية (سنتكلم على هذا الوضع بالتفصيل عند تناولنا أنواع الحركات )**

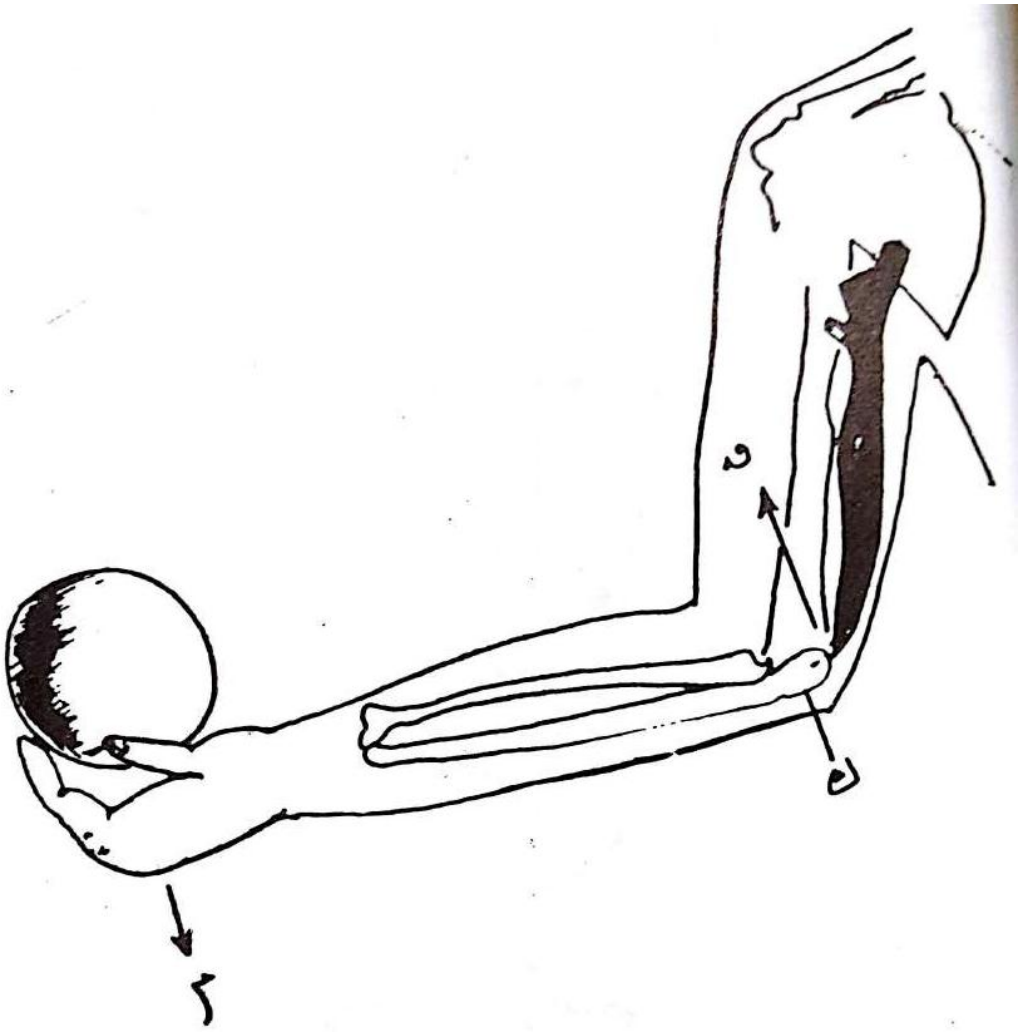
**يؤدي نظام العتلات دورا مهما في حركات جسم الانسان حيث تعمل عظام الجسم بمثابة العتلة وتحدد نقاطها كالاتي :-**

**نقطة الارتكاز: هو المفصل الذي ينفصل عليه العظمان القريبان بعضها من بعض**

**نقطة تاثير القوة: هو مدغم العضــلة لان نقطة تاثير قوة العضــلة تقع في مدغمها وليس في منشئها**

**نقطة تأثير المقاومة: يعتمد موقعها على طبيعة تلك المقاومة فاذا كانت تتمثل بثقل جزء الجسم نفســـه فعندئذ تقع تلك النقطة في مركز ثقل ذلك الجزء ويكون اتجاهها دائما باتجاه الجذب الارضـــي كما في مثال ثني الســـاعد على العضـــد بفعل العضـــلة ذات الرأســـين العضـــدية ولنضرب مثلا لكل نوع من انواع العتلات الثلاث في جسم الانسان وكذلك تحديد مواضع النقاط الثلاث.**

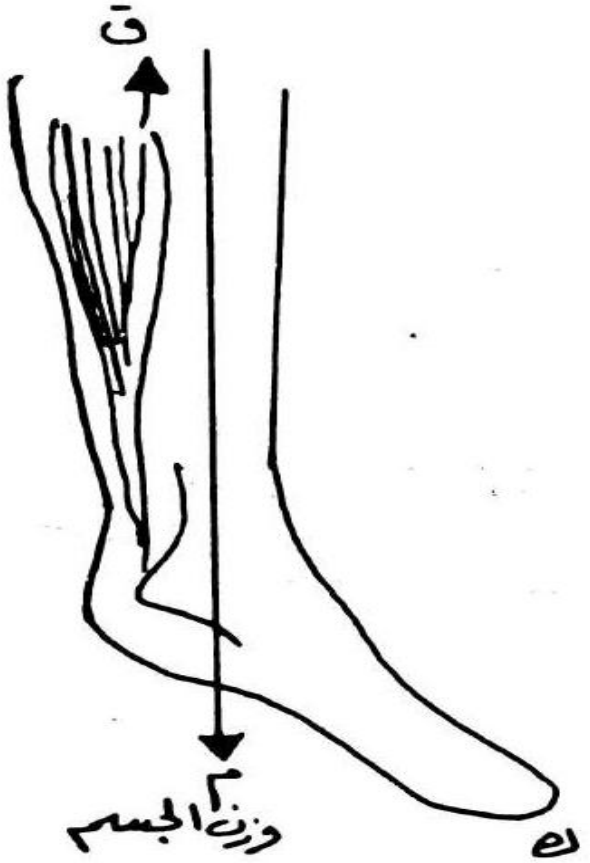
**فلتمثيل العتلة من النوع الأول في جســـم الانســـان نجد ان عمل العضـــلة ذات الثلاث رؤوس العضدية والعظام التي تعمل عليها هي خير مثال على ذلك.**




شكل (٢٦)

**حيث تمثل نقطة اندغام العضـــلة ذات الثلاث رؤوس العضـــدية في القســـم الخافي للنتوء المرفقي لعظم الزند نقطة تأثير القوة كما مبين بالشـــكل (٢٩)، أما نقطة الارتكاز فتتمثل في تمركز التفصل للعضد والساعد، بينما يتضح في الشكل موضع تأثير المقاومة والمتمثل بالثقل المحمول بالكف. وكذلك وزن الساعد**

**أما عتلات النوع الثاني في جســم الانســان التي تقع فيها نقطة المقاومة بين نقطة تأثير القوة والارتكاز ويمكن توضيحها أثناء عمل العضلة التوأمية من خلال عملية الدفع بالمشط للاعلى كما في الشكل**



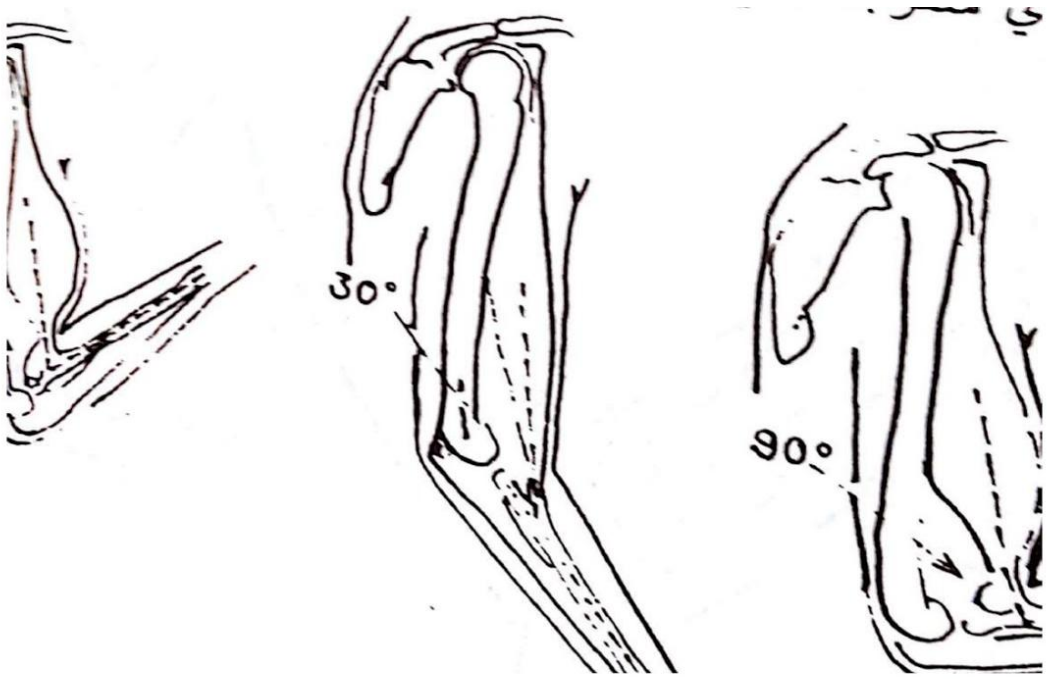

**شكل (٢٧)**

**تمثل نقطة اندغام العضـلة التوأمية في الثلث الوسـطي للسـطح الخلفي لعظم العقب نقطة تأثير القوة، بينما تمثل نقطة اتصـال القدم مع الأرض موضـع نقطة الارتكاز، اما المقاومة فتقع بين نقطتي القوة ونقطة الارتكاز والمتمثلة بوزن الجسم**

ولعتلات النوع الثالث التي تقع فيها نقطع تأثير القوة بين المقاومة ونقطة الارتكاز مثل في جسم الانسان هو عمل العضلة ذات الرأسين العضدية اثناء انقباضها عند حمل ثقل في اليد ورفعه إلى الأعلى ففي هذه الحالة تقع نقطة اندغام العضلة بالحدبة الكعبرية لعظم الكعبرة وتمثل نقطة تأثير القوة حيث تقع هذه النقطة بين نقطة الارتكاز (مفصل المرفق وبين المقاومة كما موضحة بالشكل «٢٨) .

شكل (٢٨)

**ذكرنا ســابقا ان اســاس القوة لدى الفرد هو القوة الناتجة عن الانقباض العضــلي ولكن يختلف مقدار هذه القوة العضــلية الناتجة عن انقباض العضــلة من موضــع لاخر، اي عندما يختلف اتجاه خط عمل العضلة. نستنتج من هذا ان هناك علاقة بين القوة التي تصـدرهـا العضلة وبين الزاوية المحصورة بين خط عمل المضلة وذراع الرافعة، وهذا يتوقف على طول ذراع القوة (اي البعد العمودي بين نقطة تأثير قوة العضلة-ومحور الــدوران) فنجــد ان اقصى قوة يمكن تصدرها العضلة عندما تكون الزاوية بين خط عمل العضلة وذراع الرافعة زاويــة قــائمة وتقل قوتها عن ذلك اذا كان خط عملها بشكل زاوية حادة أو منفرجة. لنـأخـذ على سبيل المثال عمل العضلة ذات الرأسين العضـديـة التي تشكل مع عظام العضد والـساعد عتلة من النوع الثالث (كما اشـرنـا قبل قليل) والتي تتحدد فائدتها في زيادة مدى وسـرعة الحركة نظرا لان ذراع المقاومة اطول من ذراع القوة والتي يوجد منها بكثرة في جسم الانــسان، لو اخذنا عمل هذه العضلة في ثلاث حالات مختلفة لرأينـــا مدى انعكاس قيمة الزاوية على القوة التي تنتجها العضلة، ففي الحـــالـــة (١) تكون الزاوية (٣٠) اي زاوية حـادة بينمـا في الحـالـة (٢) تكون الزاويـة قـائمـة اي (١٠) رفي الحـالـة (٢) بلغت الزاوية (١٢٠ ) أي منفرجة كما في الشكل.**




**شكل ( 21 )**

**عمل العضلة ذات الراسين العضدية في حالات مختلفة**

**تكون الزاوية بين خط عمل العضلة أب وبين ذراع العتلة ج د هي زاوية منفرجة . نستنتج من الحالات الثلاث السابقة أن طول البعد العمودي بين نقطة تأثير : اقوة ومحور الدوران (ذراع القوة) بلغ اقصـــاه في حالة الزاوية القائمة، حيث تكون القوة . التي تصدرها العضلة تستخدم بكاملها في محاولة التغلب على المقاومة، بينما لا تستخدم قوة العضلة بكاملها عندما يكون خط عملها بزاوية حادة أو بزاوية منفرجة .**

**امثلة على العتلات**

**مثال (1)**

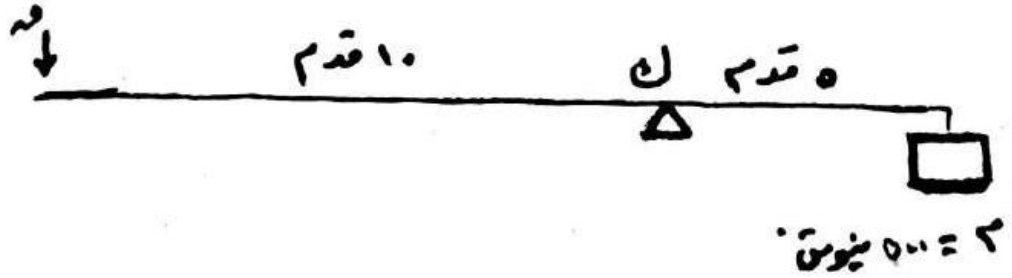
**احسب مقدار القوة الضرورية اللازمة للتغلب على مقاومة وزنها 500 نيوتن تبعد عن محور الدوران 5 قدم علما ان بعد نقطة تأثير القوة هو ١٠ قدم ؟**

**القوة x ذراعها = المقاومة x ذراعها**

**س x 10 = 500 x 5**

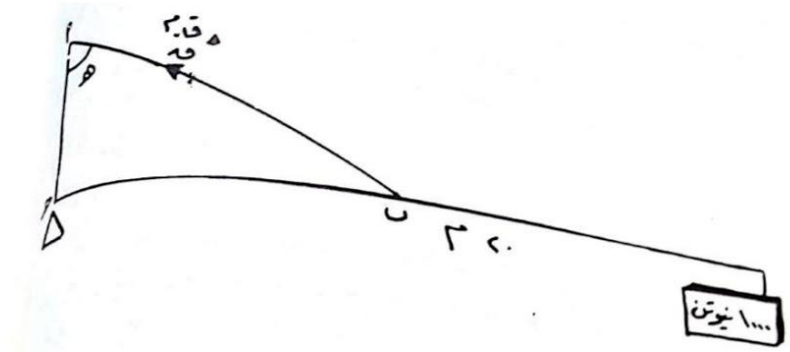
**= ٥٠٠x ١٠ xه**

**س = $250\frac{2500}{10}$ = 250 نيوتن مقدار القوة المطلوبة**




**شكل (٣٠)**

**في المثال الســـابق نجد ان اتجاه تأثير القوة عمودي على العتلة وفي بعض الأحيان نجد أن اتجاه تأثير القوة يكون مائلا أي بزاوية معينة ففي هذه الحالة ينبغي استخراج قيمة المسافة العمودية بين نقطة تأثير القوة ومحور دوران العتلة ويحدث هذا في العتلات ذات الذراع الواحد أي عندما تكون نقطتا القوة والمقاومة على جهة واحدة من محور الارتكاز في المثال الأتي:**




شكل (٣١)

**شكل (٣١)**

**اوجد مقدار القوة اللازمة لرفع ثقل وزنه ١٠٠٠ نيوتن يبعد عن محور الارتكاز مسـافة ٢٠ قدما علما أن اتجاه القوة بشكل زاوية 36م وتبعد نقطة تأثيرها عن المحور مسافة 5 أقدام مع العلم أن حا د 36 = 8ر. ؟**

**يجب في البداية أن نحسب مقدار المسافة العمودية بين نقطة تأثير القوة ومحور الارتكاز ويتم ذلك من خلال المثلث القائم الزاوية حيث أن**

$$\text{جا } 36 = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$$

$$\frac{\text{س}}{5} = 0.8$$

**س = 0.8 × 5 = 4 قدم**

**عندئذ يمكننا تطبيق القانون الاتي**

**القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها**

**س × 4 = 1000 × 20**

س = $\frac{2000}{4}$ = 50000 نيوتن القوة اللازمة

**يختلف موقع محور الدوران وفقا لنوع العمل العضلي فعند حركة تقريب الساعد من العضد بعد مفصـــل المرفق هو محور الدوران، بينما عند رفع الذراع الى الجانب لرفع ثقل فأن محور الدوران هو مفصل الكتف.**

**اسئلة للمراجعه**

1- ماهي اهمية دراسة التشريح للمدرسين والمدربين واللاعبين
2- اذكر انواع العضلات في جسم الانسان .
3- قسم العضلات من حيث تركيب اليافها العضلية
4- ما الفرق بين الألياف الحمراء والالياف البيضاء ؟
5- ماذا يقصد بقانون الكل او العدم ؟
6- اذكر انواع الانقباض العضلي .
7- اذكر خمس عضلات المفصل الكتف
8- ماهي العضلات التي تعمل على تدوير العضد للداخل ؟
9- ماهي العضلات التي تعمل على رفع لوح الكتف ؟
10- ماهي العضلات التي تعمل على ثني العمود الفقري ؟
11- اذكر عضلة واحدة تساعد في عملية التنفس .
12- ماهي العضلات التي تعمل على تقريب الساعد من العضد ؟
13- ماهي العضلات التي تعمل على ثني الرسغ ومده ؟
14- اذكر ست عضلات لمفصل الفخذ.
15- ماهي العضلات التي تعمل على ثني الفخذ ؟
16- ماهي العضلات التي تعمل على تدوير الفخذ للداخل والخارج ؟
17- ماهو عمل العضلة ذات الرأسين الفخذية ؟
18- ماهي العضلات التي تعمل على مد الرجل ؟
19- اذكر عضلات مفصل القدم .
20- ماهي العضلات التي تعمل على خفض رأس القدم الى الاسفل ؟
21- ماهي العضلات التي تعمل على رفع رأس القدم إلى الأعلى ؟
22- ماذا يقصد بالعضلة الحركة والعضلة المضادة ؟
23- اذكر انواع عمل العضلات بشكل عام .
24- اذكر انواع العتلات من حيث النقاط الثلاث المكونة لها .
25- اذكر عتلة من النوع الأول في جسم الانسان .
26- هي الفائدة الميكانيكية للعتلات ؟
27- ما مقدار الزاوية المحصورة بين خط عمل العضلة ذات الرأسين العضدية ومحور الساعة كى تنتج العضلة اقصى قوتها ؟
28- ماذا يقصد بالعتلة ذات الذراع الواحد ؟