الفصل الأول

الجهاز العضلى الهيكلى
The Musculoskeletal System

مقدمة:

جرت العادة فى دراسة علوم الحركة على أن تحتوى مقرراتها على دراسات تفصيلية للعظام، ثم تنتقل بعد ذلك إلى دراسة المفاصل ثم العضلات، وقد يؤدى هذا التسلسل إلى انخفاض حماس الدارسين، لغياب هذه المعلومات عن ما يتصورون أنهم بحاجة إلى فهمه، ألا وهو الحركة فى حد ذاتها، لذا فإننا نتناول فى كل من الفصل الأول والثانى مفهوم الجهاز العضلى الهيكلى كجهاز للحركة، آملين فى أن استخدام هذا المفهوم قد يساعد الدارس فى العثور على ضالته من هذا العلم بفاعلية أكبر.

فالجهاز العضلى الهيكلى ما هو إلا اتصال بين العضلات والعظام، وأن هذه العظام تتصل فيما بينها بما يسمى بالمفاصل، التى تسمح بحركة العظام نتيجة لعمل العضلات عليها، ومن وجهة النظر الميكانيكية فإن هذا الجهاز (عظام ـ مفاصل ـ عضلات) عبارة عن مجموعة معقدة من الروافع، التى تتيح له امكانية أداء احتمالات حركية متنوعة. بدءاً من استخدام الأصابع فى أدق الحركات وانتهاءاً بعمل الجسم كله فى أشق أنواع الأداءات الحركية.

وحركة أى رافعة من روافع الجسم تعتبر مفردة غاية فى البساطة بمقارنتها بتوافق عمل رافعة الجسم عند أداء حركات مركبة، ومن الناحية الفيزيائية، فإن الرافعة عبارة عن جسم متماسك يدور حول نقطة ارتكاز تحت تأثير قوة، أما الروافع التشريحية، فهى ببساطة عبارة عن عظام تتصل ببعضها عن طريق المفاصل وتعمل فى حركة دورانية عندما تنقبض العضلات العاملة على هذه المفاصل، وهى دائماً قوى شد لأن العضلة تشد فقط ولا تدفع.

العظام:

على الرغم من أن مراجع علم التشريح تشير إلى وجود ٢٠٦ عظمة فى الجهاز الهيكلى. فإن ١٧٧ منها هى التى تشارك فى الحركة فقط. ويتكون الجهاز الهيكلى من جزئين رئيسيين هما الجهاز الهيكلى المحورى Axial والجهاز الهيكلى الطرفى appendicular.

ويحتوى الجهاز المحورى على كل من الجمجمة والعمود الفقرى والقفص الصدرى والضلوع. فى حين يحتوى الجهاز الهيكلى الطرفى على عظام اللوح والترقوه والعضد والساعد وعظام اليد والفخذ والساق وعظام القدم. وتعتبر عظام الحوض همزة الوصل بين الجهاز الهيكلى المحورى والطرفى وسوف نعتبره هنا ضمن مكونات الجهاز الطرفى.

أنواع العظام:

على الرغم من وجود اختلافات متباينة بين عظام الجسم من حيث الشكل والوظيفة إلا أنه يمكن تصنيف العظام إلى أربعة أنواع رئيسية، هى: العظام الطويلة، والعظام القصيرة، والعظام المفلطحة، والعظام غير منتظمة الشكل.

العظام الطويلة:

وهى تتميز بالشكل الاسطوانى لجسم العظمة ونهايات مكورة إلى حد ما، ويتميز جسم العظمة بالقوة والصلابة ويحتوى على تجويف رئيسى يعرف بالقناه الوسطى medullary canal ومن هذه العظام: العضد والزند والكعبره والفخذ والساق والشظيه والسلاميات والأمشاط للطرف السفلى.

العظام القصيرة:

وهى صغيرة نسبياً وتتميز بالصلابة ومنها عظام رسغ اليد ورسغ القدم.

العظام المفلطحة:

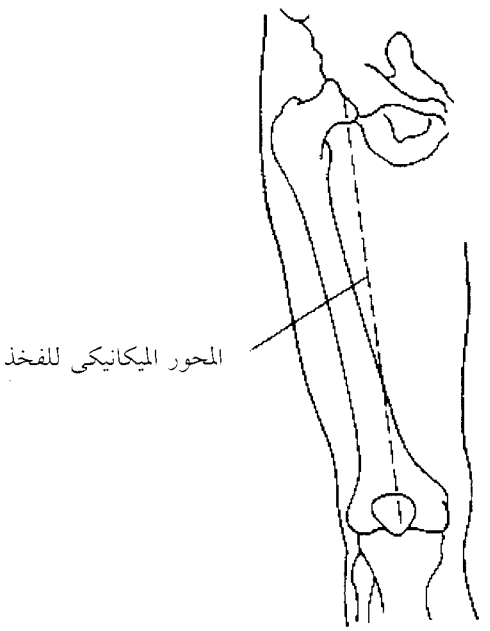
وتتضمن عظام القص واللوح والضلوع وعظام الحوض والرضفه امام مفصل الركبة.

العظام غير منتظمة الشكل:

ومنها عظام العمود الفقرى بما فى ذلك الفقرات العنقية والصدرية والقطنية والعجزية والعصعصية.

المحاور الميكانيكية للعظام:

لقد سبق وأوضحنا أن العظام تعمل كروافع، وعند تحليل العمل العضلى ميكانيكيا. فإنه يجب تحديد المحور الميكانيكى للعظمة حتى يمكن تحديد دورها فى الرافعة، والمحور الميكانيكى لأى عظمة عبارة عن خط مستقيم يمر بمركز العظمة ويصل إلى منتصف محور المفصل، وإذا ما كان جسم العظمة منحنياً، أو إذا كان التمفصل يتم بزاوية، فقد يؤدى ذلك إلى مرور جزء كبير من المحور خارج جسم العظمة كما هو الحال فى عظام الفخذ.



شكل (١) المحور الميكانيكى لعظام الفخذ

الألواح الكردوسية:

الألواح الكردوسية عبارة عن طبقات غضروفية، توجد فى العظام ويشير وجودها إلى عدم اكتمال نمو هذه العظام. وفى العظام الطويلة يكون جسم هذه العظام منفصلاً عن نهاياتها المتمفصلة بألواح كردوسية وهو المكان الذى يحدث فيه النمو بتقدم عمر الطفل، ومع استمرار النمو تبدأ هذه الألواح فى التمعظم حتى تزيد صلابتها فيتوقف نمو العظام، وقد تختلف توقيتات اكتمال نمو العظام فيما بينها، فهناك بعض العظام التى لا يكتمل نموها إلا فى العشرينات أو حتى سن الخامسة والعشرين. وهناك البعض الآخر الذى يكتمل نموه قبل ذلك بكثير.

وهذا يعنى أن معظم طلاب المراحل الاعدادية والثانوية وبعض طلاب الجامعات المشاركين فى الأنشطة الرياضية العنيفة يمارسون هذه الأنشطة ويتدربون عليها قبل اكتمال نمو عظامهم، لذا فقد تستخدم فى هذه التدريبات والأنشطة وسائل الوقاية من الاحتكاك العنيف بين اللاعبين وكذلك أنواع تدريبات محددة.

فعلى كل من المدرس والمدرب مراعاة ألا يشغله هدف الوصول إلى الفوز عن ما يجب مراعاته من معلومات عن نمو الجهاز العظمى وما يمكن أن يؤثر فيه من أداءات حركية عنيفة، وهو ما نعانى منه فى بلادنا، حيث يستخدم المدربين أنواع من تدريبات الإعداد البدنى التى لا يراعى فيها هذه المعدلات والتوقيتات التى تحكم اكتمال نمو العظام مما قد يسبب العديد من الإصابات، وفى بعض الأحيان العديد من التشوهات القوامية المصاحبة للممارسة الخاطئة. والجدول التالى يوضح توقيتات اكتمال نمو بعض العظام الرئيسية فى الجسم.

فتكرار الارتكازات والوقوع الخاطئ سواء باليدين أو الرجلين فى المنافسة أو التدريب يعرض الأطراف إلى أنواع مختلفة من الضغوط الميكانيكية التى تؤثر على نمو هذه الأطراف واكتمال تمعظمها ويؤدى إلى سلسلة من الإصابات، ويعتبر تشارلز ب. لومان Charles B Lowman ١٩٤٧ من أوائل من تناولوا هذا الموضوع، ورغم مرور أكثر من ٤٥ عاماً على ملاحظاته هذه إلا أنها مازالت موضع اعتبار حتى الآن.

جدول (١)
العمر التقريبى لاكتمال نمو عظام الجسم

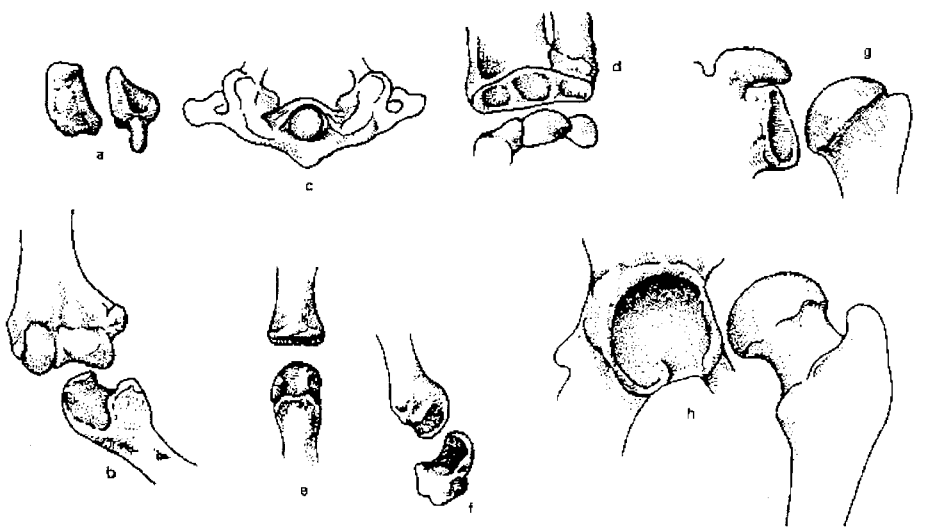
العمود الفقرى	السن
الفقرات العنقية والعجزية	٢٥
الصدر	
عظام القفص والضلوع	٢٥
الطرف العلوى	
اللوح	٢٥
الترقوه	١٥ ـ ١٧
العضد	
رأس عظمة العضد	٢٠
الحدبه الخارجية	١٦ ـ ١٧
الحدبه الداخلية	١٨
الزند	—
النتوء المرفقى	
النهاية السفلية	١٦
الكعبره	٢٠
حافة الرأس والنهاية العلوية	١٨ ـ ١٩
النهاية السفلية والرأس	٢٠
الطرف السفلى	
عظام الحوض	———

فكثيراً ما نلاحظ شكوى كل من البنين والبنات من آلام مبرحة فى نتوء اندغام العضلة ذات الأربعة رؤوس الفخذية فى عظام الساق، وقد تستمر هذه الآلام لفترات طويلة وتصل إلى مستوى عدم الرغبة فى الاستمرار فى نوع النشاط الممارس، وتنشأ هذه الآلام من تكرار عمل هذه العضلة بعنف فى القفز والوثب والأعمال التى تتميز بالانقباض المفاجىء، لذا ينصح بالبعد عن

ممارسة التدريبات التى تعتمد على هذا العمل خاصة خلال المرحلة التى يزيد فيها معدل الطول بنسبة كبيرة حيث تؤدى هذه التدريبات العنيفة إلى ظهور هذه الآلام بشكل مزمن ومن أكثر هذه التدريبات التدريبات البلايومترية.

التمفصل Articulation

هناك ارتباط كبير بين تركيب ووظيفة أى مفصل مما يجعل من الصعوبة تناول كل منهم على حدا بالشرح التفصيلى، فهناك العديد من الخصائص التركيبية التى يصعب تناولها دون التعرض للخصائص الوظيفية والعكس الصحيح، والتوصيف الدقيق لمكونات المفصل من خلال شكل الأسطح المتمفصلة كما هو موضح فى شكل (٢) سوف يعطى فكرة كاملة عن علاقة الشكل بالحركة التى يسمح بها المفصل. فكل من طبيعة سطح الاتصال وشكله وكذلك الأربطة المحيطة بالمفصل تعتبر عوامل محددة للحركة. فعلى سبيل المثال يعتبر كل من مفصل الكتف ومفصل الفخذ مفصلين من نوع واحد إلا أن حدود الحركة لكل منهما تختلف تماماً عن الآخر لاختلاف التركيب وهذا يعنى وجود علاقة قوية بين التكوين والوظيفة لأى مفصل.



شكل رقم (٢) أشكال العظام

التقسيم التركيبى للمفاصل :

هناك أشكال متعددة من التراكيب المفصلية. وقد تناولت مراجع علم التشريح تقسيم المفاصل من حيث الشكل، على أن يكون تركيب المفصل هو أساس التقسيم، وقد اعتبر كل من شيفر وجوس Schaeffer, goss ـ ١٩٧٣ أن وجود أو عدم وجود تجويف مفصلى هو الأساسى فى تقسيم المفاصل من الناحية التركيبية.

ثم يأتى بعد ذلك كأساس فى التقسيم شكل التمفصل وطبيعة الأنسجة التى تربط عظام المفصل لتحدد بناءاً عليها الأقسام الفرعية للمفاصل.

وتنقسم المفاصل من حيث تركيبها ووظائفها إلى نوعين رئيسيين هما:

أولاً : المفاصل الحرة Diarthrodial

وتسمى هذه المفاصل بالمفاصل الزلالية، وتتميز بما يلى:

- وجود تجويف مفصلى.
- يغطى المفصل كبسولة من النسيج الضام تسمى بالمحفظة الليفية.
- تبطن الكبسولة بغشاء يعرف بالغشاء السينوبى وهو غشاء زلق يفرز سائل يسهل الحركة ويسمى بالسائل السينوبى.
- تكون حواف العظام المتمفصلة ناعمة، وتغطى عادة بغضروف زجاجى أو ليفى، وأحياناً يوجد بين أجزاء العظام المتمفصلة قرص غضروفى لتسهيل الحركة.
- فى بعض المفاصل يوجد أربطة داخلية قوية تدعم المفصل بالإضافة إلى الأربطة الخارجية ،ويوجد ذلك فى المفاصل التى تحتوى على أكثر من عظمتين كالركبة والمرفق.
- توجد حول بعض المفاصل أكياس زلالية صغيرة تعمل كوسائد لمنع احتكاك العظام بأوتار العضلات العاملة عليها وبعض هذه الأكياس تتصل بالتجويف المفصلى.

وتضم المفاصل الحره سبعة أنواع رئيسية تختلف من حيث تركيبها وهى:

١.المفاصل الانزلاقيه Arthrodial (gliding)

ويتكون هذا النوع من المفاصل من سطحين مستويين تقريبا من العظام المتقابلة، وهو محدود الحركة جداً. ومن أمثلته النتوءات المسطحة بين الفقرات. حيث تتيح هذه الطبيعة فى التركيب حركة محدودة جداً يصعب ملاحظتها فى كل تمفصل إلا أنها فى مجموعها تسمح للعمود الفقرى ككل بحركات متنوعة، كالقبض والمد (البسط) والقبض الجانبى، واللف.

٢.المفاصل الرزيه Ginglymus (Hinge)

وهى مفاصل أحادية المحور، حيث تسمح بالحركة على مستوى فراغى واحد وتتميز عظام هذا المفصل بأن أحد طرفيها مقعر قليلاً والطرف الآخر على هيئة مدور ومن أمثلة هذا النوع مفصل المرفق حيث يسمح بالقبض والمد (البسط) على المستوى الفراغى السهمى فقط عندما يكون وضع البداية هو الوضع التشريحى.

٣.المفاصل الارتكازية Trochoid (Pivot)

وهى مفاصل أحادية المحور أيضا تتميز بأن إحدى عظامها من الممكن أن تلف حول العظمة الأخرى طولياً، كاتصال عظمتى الزند والكعبرة من جهة الساعد، ويعرف هذا التمفصل بالمفصل الزندى الكعبرى، حيث تتم فيه الحركة باللف حول المحور الطولى للعظام فى حركتى الكب والبطح وهى حركة مصاحبة لقبض المرفق.

٤.المفاصل ذات القطع الناقص Ellipsoid

وهى مفاصل ثنائية المحور، تتكون من كره وحق، وفيه تكون الكره بيضاوية الشكل تقابلها حافة مقعرة على الجانب الآخر من المفصل. ومن أمثلة هذا النوع مفاصل بين السلاميات فى الأصابع والمفصل الرسغى الكعبرى، حيث يسمح بالحركة فى المستوى الفراغى السهمى والجانبى فى القبض والبسط والتقريب والتبعيد.

وكقاعدة أساسية تحكم كل المفاصل، فإن المفاصل ثنائية المحور يمكن أن تؤدى الحركة الدورانية بدرجات متفاوتة حسب طبيعة اتصال عظامها والأربطة المحيطة.

٥.المفاصل اللقمية Condyloid (knuckle)

وهى مفاصل ثنائية المحور أيضاً، كما أنها ذات تركيب كروى حقى فهى تتشابه إلى حد كبير مع النوع السابق من حيث الشكل البيضاوى لأحد سطحى الاتصال. ومن أمثلتها المفصل المشطى السلامى للأصابع الأربعة ما عدا الإبهام، وهى تسمح بالقبض والبسط، والتقريب والتبعيد المحدود.

ورغم تشابه هذا النوع مع النوع السابق من الناحية التركيبية، إلا أن طبيعة الأربطة المحيطة بها تجعلها محدودة الحركة فى اتجاه التقريب والتبعيد.

٦.مفاصل الكرة والحق Enarthrodial (Ball & Socket)

ويتميز هذا النوع من المفاصل بأنه متعدد المحاور حيث يتكون طرف إحدى العظمتين من كرة لها عنق تتحرك داخل حفرة عميقة على الطرف الآخر من المفصل تسمى الحق. وتساعد طبيعة اتصال العظام فى هذا النوع على اتساع مدى الحركة وحريتها نسبياً، فهى أكثر مفاصل الجسم من حيث اتساع المدى ومن أمثلتها مفصلى الكتف والفخذ فهى تسمح بالقبض والبسط، والتقريب والتبعيد، والتقريب المائل والتبعيد المائل، أما التدوير فهو يتم فى هذه المفاصل بلف العظام حول محورها الطولى سواء للداخل أو الخارج، كما تسمح بالدوران.

٧.المفاصل السرجية Saddle (Reciprocal)

وهى مفاصل ثلاثية المحور، ويعتبر المفصل الرسغى المشطى للإبهام النموذج الوحيد لهذا النوع من المفاصل حيث أن عظام هذا المفصل تختلف من حيث طبيعة تمفصلها، فهى مقعرة فى إحداها ومحدبة فى الطرف الآخر، ولكنها موضوعة بشكل مقلوب بحيث يكون الشكل المقعر متخذاً لشكل سرج

الحصان. وهذا المفصل يسمح بحركات القبض والبسط، والتقريب والتبعيد وقدر محدود من التدوير.

ثانياً: المفاصل الثابتة Synarthrodial

ويتميز هذا النوع من المفاصل بعدم وجود تجويف مفصلى بين أسطح العظام المتمفصلة، فهو إما أن يكون ناتجاً عن اتحاد عظمتين بتداخل غضاريفها كالمفاصل الغضورفية، التى تتلاشى باكتمال النمو عند التئام العظام المتمفصلة أو مرتبطة بألياف قوية متداخلة فى حواف التمفصل كالمفاصل الليفية، أو مفاصل غير حقيقية تعرف بالمفاصل الثانوية حيث تتصل فيها العظام عن طريق أقراص ليفية غضروفية مع مجموعة من الأربطة القوية ومنها:

(١) **المفاصل الليفية:** المفصل القصبى الشظوى السفلى عند التقاء عظام الساق بعظام القدم، وهذا يمكن اعتباره نوعاً مستقلاً فى تصنيف المفاصل، وكذلك قبوة الجمجمة.

(ب) المفاصل الغضروفية الأولية: كأجزاء العظم اللاسم له فى الحوض لتكوين الحق الحرقفى، واتحاد الألواح الكردوسية مع جسم العظمة فى العظام الطويلة، ومفاصل قاع الجمجمة.

(جـ) المفاصل الغضروفية الثانوية: ومنها مفصل الارتفاق العانى فى الجزء الأمامي من الحوض والمفاصل بين الفقرات.

القابلية للحركة وثبات المفصل Mobility & Stability

إن الوظيفة الأساسية لأى مفصل، هى تزويد الجهاز الهيكلى بالقابلية للحركة، ومع وجود هذه القابلية يتعرض الجهاز الهيكلى لاختلال فى قدرته على الثبات لاحتواءه على عدد من الوصلات. فبالإضافة إلى ما تزود به المفاصل للجهاز الهيلكى من قابلية للحركة فهى أيضاً مسئولة عن ثباته. حتى يتمكن من أداء الحركات المرغوبة دون غيرها.

وتختلف هذه الدرجة من الثبات أو قوة المفصل كما يسميها البعض باختلاف أنواع المفاصل فهى القدرة على مقاومة الوضع، أو بمعنى أكثر دقة تعنى تماسك أجزاء المفصل التى تتأثر بالعديد من العوامل من أهمها:

١ـ الأربطة المحيطة بالمفصل.

٢ـ الترتيب العضلى حول المفصل.

٣ـ كبسولة المفصل.

٤ـ ظروف الضغط الجوى المحيط.

هذا بالإضافة إلى العامل الرئيسى فى تحديد كل من القابلية للحركة وثبات المفصل والذى يتمثل فى الشكل وطبيعة الأسطح المتمفصلة. فكل من مفصلى الكتف والفخذ يقعان تحت تصنيف واحد هو مفاصل الكره والحق، إلا أنه بمقارنة هذين المفصلين من حيث تأثير الشكل التركيبى للعظام المتمفصله على درجة الثبات، سوف نجد أن زيادة عمق الحق الحرقفى فى عظام الحوض وطول عنق المدور الكبير لعظام الفخذ، يتيحان درجة أكبر من الثبات ومقاومة الانزلاق بمقارنته بمفصل الكتف الذى يسهل فى كثير من الأحيان.

١.الأربطة المحيطة بالمفاصل:

إن من أهم خصائص الأربطة المحيطة بالمفاصل أنها تتكون من نسيج ضام قوى تتميز بالمرونة إلى حد ما، وهذه الأربطة إما أن تكون على شكل حزم شريطية الشكل أو أحبال دائرية المقطع، وهى تتصل بنهايات العظام من الداخل والخارج لكى تساعد فى بقاء هذه العظام فى حالة اتصال قوى، وتعمل أربطة المفاصل على مقاومة الحركات التى يكون المفصل غير معد لها، فالأربطة الجانبية لمفصل الركبة تمنع الميل فى اتجاه التقريب والتبعيد كما أنها تمتص الحركات التى تحدث فى هذا الاتجاه وتمنع حدوث ما يطلق عليه بقوى الزحزحة على المستوى الفراغى الرأسى (Shearing force). هذا بالإضافة إلى

منع حركات اللف حول المحور الطولى لعظام الساق (Tortion Strain)، إلا أن لأربطة المفاصل حدودها فى مقاومة الحركات غير المتناسقة مع تكوين المفصل، خاصة الحركات العنيفة المفاجئة، لذا فإن تعرض هذه الأربطة لأى شد قد يؤدى إلى إصابتها التى تمتد فى بعض الأحيان إلى فترات طويلة جداً وبالتالى يتأثر بثبات المفصل بشكل ملحوظ.

٢.الترتيب العضلى حول المفصل:

تلعب العضلات وأوتارها التى تكسو المفصل، دوراً فعالاً فى ثبات المفصل، خاصة فى المفاصل ذات التركيب العظمى الذى يتطلب وجود ثبات عالى، ويعتبر مفصل الكتف أحد النماذج التى يظهر فيها دور الترتيب العضلى حول المفصل فى ثباته، فمن عضلات هذا المفصل مجموعة من العضلات التى تعمل كطوق أو حزام لتثبيت رأس عظم العضد داخل الحفرة العنابية ومنعها من الخلع تحت ظروف العمل العادية.

٣.كبسولة المفصل:

تتكون كبسولة الأربطة من نسيج ضام يعمل كغلاف لكل عضلة بمفردها، وحتى الأجزاء التى تقع بين العضلات وكفواصل بين الألياف العضلية فى العضلة الواحدة، وطبقاً لموضع العضلة يختلف هذا التكوين من حيث تركيبة ودرجة احتماله للمؤثرات الخارجية، وتتقارب درجة مرونة هذه الكبسولة مع درجة مرونة الأوتار التى تحيط بها، إلا أنها معرضة للشد تحت تأثير الاجهادات العالية المتكررة والتى تدوم لفترات طويلة، وهى غالباً قد تحدث نتيجة لتكرار أخطاء فى الأداء أو التدريب الخاطىء فى الإعداد البدنى.

٤.ظروف الضغط الجوى المحيط:

أظهرت العديد من الدراسات، أن هناك تأثير لظروف الضغط الجوى على كل من مطاطية العضلات والأربطة والأوتار، وأن الأداء فى ظروف ضغط جوى متباينة قد يؤثر فى عمل هذه الأنسجة وعلى درجة مقاومة الاجهادات الخارجية التى تتعرض لها.

محددات مجال حركة المفصل:

إن لكل مفصل المدى الحركى الخاص به، كما أن مدى الحركة للمفصل الواحد يختلف باختلاف الأفراد وباختلاف الحالة التدريبية، ويسمى مدى حركة المفصل Range of Movement, (ROM) ويتأثر هذا المدى بالعديد من العوامل إضافة إلى عوامل الثبات السابق الإشارة إليها.

فالعضلات العاملة على المفصل تؤثر على مدى حركته، حيث يؤدى زيادة حجم العضلات وتراكم النسيج الدهنى على محدودية حركة المفصل إلى حد كبير، هذا إلى جانب العوامل المرتبطة بالنمط الجسمانى والنواحى الوراثية فى بناء الجسم وعادات العمل اليومى والحالة التدريبية والعمر الزمنى.

القيمة المتوسطة للمدى الحركى للمفصل:

تتم زيادة المدى الحركى لأى مفصل، عن طريق تعرض الأنسجة المقيدة لحركته للشد المقنن، ويأتى هذا الشد عن طريق استخدام قوى خارجية أو عن طريق عمل العضلات نفسها.

وفى حالة ثبات الأنسجة المتأثرة بالشد سواء كان هذا الشد خارجياً أو داخلياً فإن هذا النوع من الشد يعرف بالشد أو الإطالة الثابتة، أما عندما يتناوب كل من الشد والارتخاء فى حركة ذات إيقاع محدد فإن هذا الشد أو الإطالة يعرف بالاطاله البالستيكية (Balistic Striching).

فالتعلق على جهاز العقله يعمل على إطالة عضلات الصدر والرباط الداخلى لمفصل الكتف، وتعتبر الإطالة فى هذه الحالة إطالة سالبة تلعب قوى الجاذبية الأرضية فيها الدور الأساسى، أما ثنى الجزع أماماً أسفل من وضع الجلوس الطويل مع استمرار الارتداد بين الشد والارتخاء، نموذجاً للإطالة البالستيكية الإيجابية لعضلات خلف الفخذ وأسفل الظهر، فى حين أن الثبات فى أقصى وضع شد ممكن فى التمرين السابق فهو إطالة إيجابية ثابتة لنفس العضلات.

وبصفة عامة فإن كل إجراءات الإطالة المستخدمة فى تدريبات مرونة المفاصل، سواء كانت إيجابية أو سلبية تؤثر فى زيادة المدى الحركى للمفصل وإن اختلفت فى مقدار هذا التأثير، إلا أن الإطالة الثابتة والإيجابية غالباً ما تؤدى إلى نتائج أفضل من حيث تقليل فرص تعرض الأنسجة للإصابة نتيجة للإطالة الزائدة، كما أن الشعور بالألم المصاحب يكون أقل ما يكون.

ويؤدى تقليل الشعور بالألم إلى كف عمل المستقبلات الحسية المنعكسة فى العضلات فيقلل ذلك من الطاقة المستهلكة، وبالتالى يخفض من استجابة العضلات لمقاومة الإطالة ويقلل الشعور بالألم.

والجدول التالى يوضح مدى الحركة فى مفاصل الجسم المختلفة فى الحالات الطبيعية مقاسة بالدرجة.

جدول (٢)
المدى الحركى لمفاصل الجسم المختلفة بالدرجة

المفصل	مصادر المعلومات				المتوسط
	١	٢	٣	٤	
المرفق					
القبض	١٥٠	١٣٥	١٥٠	١٥٠	١٤٦
(البسط أو المد الزائد)	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
الساعد					
الكب	٨٠	٧٥	٥٠	٨٠	٧١
البطح	٨٠	٨٥	٩٠	٨٠	٨٤
رسغ اليد					
البسط	٧٠	٧٠	—	٨٠	٧٣
القبض	٦٠	٦٥	٩٠	٧٠	٧١
القبض الزندى	٢٠	٢٠	٣٠	٣٠	٣٣
القبض الكعبرى	٣٠	١٤	١٥	٢٠	١٩_٢٠
الكتف					
القبض	١٥٠	١٧٠	١٣٠	١٨٠	١٥٨
المد الزائد	٤٠	٣٠	٨٠	٦٠	٥٣
التقريب	١٥٠	١٧٠	١٨٠	١٨٠	١٧٠
القبض الافقى	—	—	—	١٣٥	١٣٥
المد الافقى	٤٠	٣٠	٨٠	٦٠	٥٣
التدوير والذراع فى حالة تبعيد					
للداخل				٧٠	٧٠
للخارج				٩٠	٩٠
الفخذ					
القبض	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٢٠	١١٣
البسط الزائد	٣٠	٣٠	٢٠	٣٠	٢٨

تابع جدول (٢)
المدى الحركى لمفاصل الجسم المختلفة بالدرجة

المفصل	مصادر المعلومات				المتوسط
	١	٢	٣	٤	
التبعيد	٤٠	٥٠	٥٥	٤٥	٤٨
التدوير (من المد)					
للداخل	٤٠	٣٥	٢٠	٤٥	٣٥
للخارج	٥٠	٥٠	٤٥	٤٥	٤٨
الركبة					
القبض	١٢٠	١٣٥	١٤٥	١٣٥	١٣٤
مفصل القدم					
القبض لأعلى	٤٠	٥٠	٥٠	٥٠	٤٨
القبض لأسفل	٢٠	١٥	١٥	٢٠	١٨
العمود الفقرى (الفقرات الصدرية والقطنية)					
القبض	٩٠			٨٠	٨٥
المد الزائد	٣٠			(٤)°	٣٠
القبض الجانبى	٢٠			٢٠-٠	٢٨
الدوران	٣٠			٣	٣٨

المصادر:

1- Commitee on Medical Rating of Ph. impairment-AMA.

2- Commitee of California Medical Association and industrial Accident Comimisson of state of california.

3- William A. clarke, Mayo Clinic.

4- Committee on join Mation, American Academy of ortho paedic Surgeons.

حركات أجزاء الجسم:

إن الإعداد لعملية التعريف بحركات أجزاء الجسم، أو الجسم ككل بهدف تحليل هذه الحركات، يتطلب البدء فى تحديد كل من المفاهيم الفراغية للحركة والأوضاع القياسية أو النقط المرجعية.

فالتعريف بحركات المفاصل يعتبر من الموضوعات التى تمثل صعوبة بالغة لدراسى علم الحركة، حيث أن أى حركة من حركات أجزاء الجسم خول مفاصلها، يجب أن تعرف تعريفاً دقيقاً ومحدداً، وبحيث يكون هذا التعريف شاملاً للحركة ومختصراً فى نفس الوقت.

لذا فإن هناك بعض المصطلحات التى يجب تناولها بالشرح قبل البدء فى التعريف بحركات أجزاء الجسم.

• مركز الثقل أو الجاذبية:

وهو نقطة وهمية تعبر عن وزن الجسم الكلى، وتتعادل عندها أوزان كل أجزاءه، وتعتبر النقطة التى يتركز فيها وزن الجسم، وتحديد مكان هذه النقطة يعتمد على البناء أو التركيب التشريحى للأفراد، وعاداتهم فى الوقوف، وما إذا كانوا يحملون أثقال خارجية أم لا، ووضع كل من الرأس والذراعين والرجلين.

ففى الفرد العادى، يكون موضع هذه النقطة فى حالة الوقوف العادى، على خط وهمى يمر من الأمام إلى الخلف (سهمى) بارتفاع الحوض ماراً بالفقرات العجزية. وعادة ما يكون موضع هذه النقطة منخفضاً فى السيدات عن الرجال، حيث تتميز السيدات بزيادة وزن كل من الفخذين والساقين وانخفاض طولهما. وسوف نناقش هذا الموضوع تفصيلاً فيما بعد.

• خط الجاذبية:

وهو خط وهمى عمودى يمر من مركز ثقل الجسم لأسفل، ويعتمد تحديده على مكان مركز ثقل الجسم والذى يتغير بتغير وضع الجسم أو أى جزء من أجزاءه.

• أسطح ومحاور الحركة الفراغية:

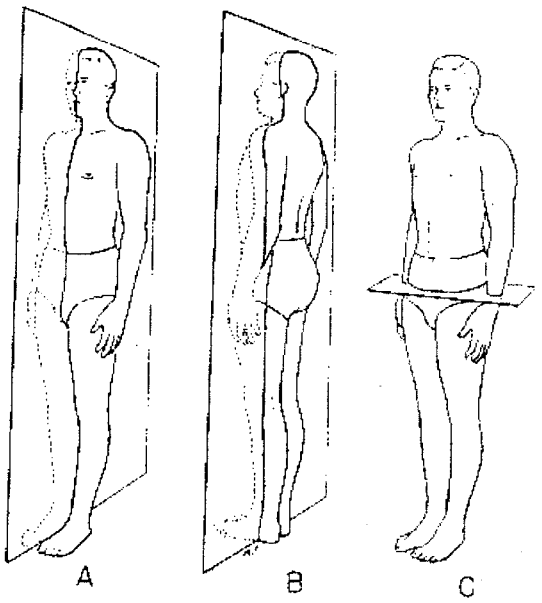
يعرف السطح من الناحية الهندسية بأنه المستوى الفراغى المنتظم، وتحدد الحركة فى الفراغ بثلاثة أسطح أو مستويات فراغية متعامدة تلتقى فى نقطة هى مركز ثقل الجسم. شكل (٣).

وهذه الأسطح الفراغية عبارة عن:

(أ) السطح أو المستوى السهمى (الأوسط) Sagittal & Medial وهو يمر بالجسم عمودياً ليقسمه إلى نصفين متساويين أيمن وأيسر وعلى ذلك فهو يمر بالجسم من الأمام للخلف.

(ب) السطح أو المستوى الجانبى (الأمامى) Frontal & Lateral وهو يمر بالجسم عمودياً ليقسمه إلى نصفين متساويين أمامى وخلفى وعلى ذلك فهو يمر بالجسم من جانب لآخر.

(جـ) السطح أو المستوى الأفقى أو المستعرض Transvers & Horizontal وهو يمر بالجسم عمودياً ليقسمه إلى نصفين أعلى وأسفل وعلى ذلك فهو يمر بالجسم فى مستوى موازى لسطح الأرض.



شكل (٣) أسطح ومحاور الحركة

وهذه الأسطح الثلاثة تسمى بالأسطح أو المستويات الفراغية الأصلية للحركة فى الفراغ، لأنها تمر بمركز ثقل الجسم، وهذا يعنى أنها تقسم الجسم إلى أنصاف متساوية، ولكنه ليس بالضرورة عند توصيف حركات الجسم أو أجزاءه، أن تكون الأسطح المستخدمة، هى الأسطح الأصلية فى كل الأحوال، ولكن المهم أن يكون مفهوماً لدينا أن أى حركة من حركات الجسم أو أى جزء من أجزاءه تنسب لهذه الأسطح أو ما يوازيها فى الفراغ.

فإيماءة الرأس مثلاً عند التحية حركة تحدث على المستوى الفراغى السهمى الأصلى، فى حين أن قبض أو بسط الساعد هو حركة تتم فى المستوى الفراغى الموازى للمستوى الأصلى المار بالجسم.

وتتعامد الأسطح الثلاثة فى التقاءها مع بعضها وينشأ عن التقاء كل سطحين من هذه الأسطح خط وهمى يعرف بالمحور، وهذا المحور إما أن يكون خطاً ثابتاً واضحاً وإما أن يكون نقطة تحدث حولها الحركة الدورانية للمفصل حيث أن حركات المفاصل باختلاف أنواعها هى حركات دورانية، باستثناء انزلاق أسطح التمفصل فى النتوءات المستعرضة لفقرات العمود الفقرى.

ونظراً إلى أن حركات المفاصل الحرة هى حركات دورانية حول محاور تمر بهذه المفاصل مهما كان نوع الحركة فإن تفسير حركات الجسم بأنها من الممكن أن تتم فى خط مستقيم أى أنها حركات انتقالية، قد جاء ليعبر عن معنى الحركات غير المحورية، فالدوران الذى يحدث للساعد حول مفصل المرفق من وضع الانبطاح عند مد الذراعين يتحول إلى حركة خطية لمفصل الكتف كما أن حركات الرجلين فى المشى أو الجرى ما هى إلا دورانات للأطراف حول محاورها تنتج عنها حركة انتقالية للجسم ككل للأمام.

• أوضاع البداية القياسية:

كما سبق وأشرنا أن دراسة الحركة الخاصة بأجزاء الجسم تتطلب تعريفاً دقيقاً ومحدداً، فإن من أهم المتغيرات التى يجب مراعاتها فى التعريف بالحركة، هو وضع البداية الذى تحدث منه الحركة. وأوضاع البداية من الوقوف وضعين يسمى أحدهم

بوضع الوقوف العادى، حيث يقف الفرد منتصباً والقدمان متباعدان قليلاً ومتوازيان، والذراعان لأسفل والكفان مواجهان للجسم، ويسمى الآخر بوضع الوقوف التشريحى، الذى لا يختلف كثيراً عن الوضع الأول حيث أن درجة الاختلاف تتمثل فى أن يكون الكفين متجهين للأمام كما هو موضح فى شكل (٤ أ، ب).

وكلا الوضعين مناسبين للتعريف بحركات الجسم ومفاصله تفسير حركة الساعد حيث لا يصلح وضع الوقوف العادى فى تفسيرها.

الحركات الأولية للأجزاء الرئيسية للجسم:

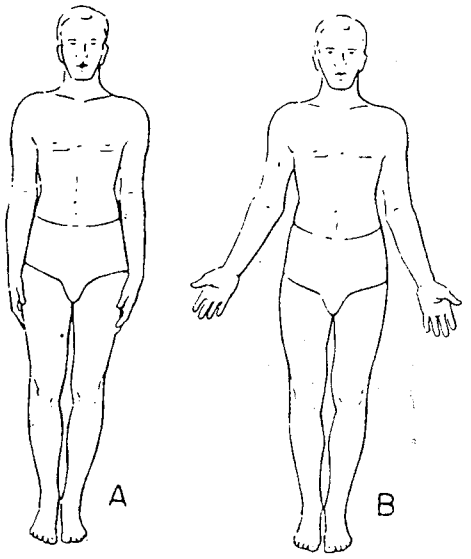
نتيجة لتعدد مفاصل جسم الإنسان، نجد أن هناك العديد من الأجزاء التى تتمتع بأشكال مختلفة من الحركة، فعند ملاحظة أداء راقص الباليه أو لاعب الجمباز أو لاعب الكراتيه، تظهر لأول وهلة استحالة امكانية تصنيف حركات أجزاء جسمهم لتعددها وتنوعها.

إلا أنه باعتبار وضع الوقوف العادى أو التشريحى هو نقطة الأصل التى يمكن أن تنسب إليها هذه الحركات نجد أن هذه الصعوبة قد تلاشت إلى حد كبير، خاصة عند ملاحظة حركة جزء واحد من أجزاء الجسم وتركيز الانتباه على ما يتخذه هذا الجزء من أوضاع. فتسعة أعشار الدقة فى التوصيف تعتمد على هذا الإجراء وسوف نتناول هذا الإجراء تفصيلاً فيما بعد.

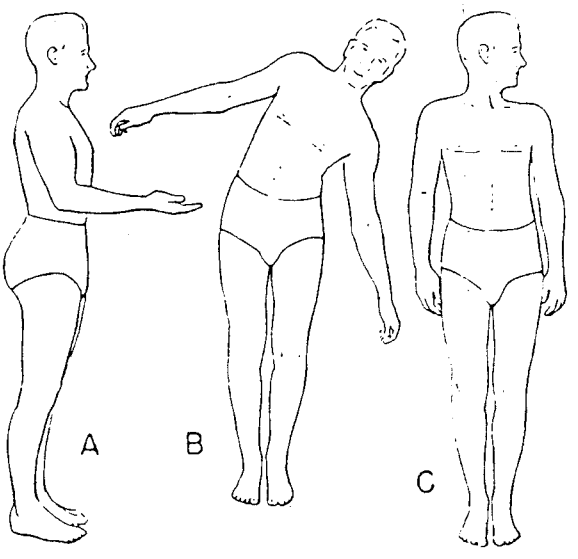
مما سبق يتضح أن هناك قواعد أساسية يجب اتباعها فى تفسير حركات المفاصل وأجزاء الجسم يأتى على رأسها معرفة وضع البداية القياسى وهو وضع الوقوف التشريحى فى هذا الكتاب.

حركات على السطح السهمى وحول المحور العرضى (يمكن ملاحظتها من على أحد الجانبين):

القبض: Flexion. وهو تناقص زاوية المفصل ومن أمثلته حركة الرأس أماماً وخلفاً، وثنى الركبة برفع الساق خلفاً. ورفع أجزاء الرجل (الفخذ ـ الساق ـ القدم) وهى ممتدة أماماً أو خلفاً. ورفع الساعد مع ثبات العضد ورفع الذراع مع امتداد المرفق أماماً عالياً.



شكل (٤ . أ) وضع الوقوف التقليدى ووضع الوقوف التشريحى



شكل (٤ . ب) حركات الجسم على الأسطح الفراغية الثلاثة

المد أو البسط: Extension. وهى عكس حركة القبض، أى زيادة زاوية المفصل للوصول لوضع البداية الأصلى (وضع الوقوف التشريحى).

القبض الزائد: Hyperflexion. ويفسر هذا المصطلح حركة العضد، عندما يستمر العضد فى حركة القبض إلى ما بعد الوضع العمودى، أما بالنسبة لباقى مفاصل الجسم، فبما أن القبض يحدث فيه تلامس الجزء المتحرك من المفصل مع الجزء الثابت، كتلامس أعلى الساعد بأسفل العضد عند قبض مفصل المرفق، فإن القبض الزائد هنا يعنى زيادة مساحة هذا التلامس ويرتبط ذلك بالخصائص التركيبية للمفصل.

المد الزائد Hyper Extension: : وهو استمرار المد إلى ما بعد نقطة البداية. أى ما بعد الخط المستقيم ومن أمثلته حركة الذراع خلفا من وضع الوقوف، أو الزيادة التى يمكن ملاحظتها فى مدى مفصل المرفق أو الركبة عن الحد الطبيعى (١٨٠°)، وتستخدم بعض مراجع علم الحركة والتشريح، مصطلح تخفيف حالة المد الزائد فى بعض الأحيان لتفسير حركة العودة من وضع المد الزائد إلى وضع البداية كما يمكن أن تسمى بالقبض للوصول لوضع البداية فى بعض المراجع.

الحركات على السطح العمودى (الأمامى) حول المحور السهمى (يمكن ملاحظتها من الأمام أو الخلف):

التبعيد: Abduction : وهى حركة جانبية يتحرك فيها الطرف بعيداً عن المحور الأصلى للجسم، وكذلك حركة الأصابع حيث تكون بعيدة عن الخط الأوسط للكف، وعادة ما يستخدم هذا المصطلح للتعبير عن الحركات التى تتم على الجانبين، كحركة رفع الذراعين جانباً أو رفع إحدى الرجلين جانباً.

التقريب: Adduction : وهى حركة الرجوع من التبعيد بعودة الجزء أو الطرف المتحرك فى اتجاه المحور الأصلى للجسم.

القبض للخارج: Lateral Flexion :وهى حركة ترتبط بكل من الرأس والجذع على أحد الجانبين، كما أنها تفسر الحركة الجانبية للأصبع الأوسط، إلا أن التعبير الصحيح عن هذه الحركة هى القبض الزندى، والقبض الكعبرى.

التبعيد الزائد Hyperabduction: وهى حركة تتشابه مع حركة القبض الزائد وتستخدم لتفسير حركة الذراع عندما يتم تبعيده بعد الوضع العمودى.

التقريب الزائد Hyperadduction: حيث تستمر حركة الذراع بالتقريب لتمر من أمام الجسم، كما تستمر فيها حركة إحدى الرجلين لتمر من أمام رجل الارتكاز.

وقد يستخدم مصطلح تخفيف الحالة (التبعيد الزائد ـ التقريب الزائد) للتعبير عن عودة الطرف المتحرك إلى الوضع الأصلى وهو الوضع التشريحى.

الحركات على السطح الأفقى وحول المحور الطولى (يمكن ملاحظتها من أعلى):

الكب والبطح Pronation & Supination: وهى حركة خاصة بالمفصل الذندى الكعبرى من جهة رسخ اليد حيث يلف فيها الساعد للخارج أو للداخل.

اللف للخارج واللف للداخل Lateral & Medial Rotation: وهى حركة ترتبط بلف كل من العضد والفخذ حول محورهما الطولى مع وجود المرفق والركبة فى حالة قبض أو فى حالة مد كامل.

اللف جهة اليمين أو اليسار Left & Right Rotation: وهى حركة خاصة بلف الرأس فى الاتجاهين. أو لف الجذع من وضع الوقوف العادى بعيداً على المحور الأصلى للجسم. كما قد يستخدم مصطلح تخفيف الحالة بإعادة الطرف المتحرك إلى وضعه الأصلى.

الحركات على سطح مائل حول محور مائل (يمكن ملاحظتها من وضع عمودى على السطح):

تحدث العديد من الحركات السابق الإشارة إليها على أسطح فراغية مائلة تقع بين الأسطح الفراغية الأصلية، ويمكن أن ينسب السطح المائل للسطح الأصلى وفقاً لدرجة الميل كأن يكون السطح رأسى مائل أو سهمى مائل أو أفقى مائل، ولكن المهم هنا أن نؤكد على أنه مهما اختلفت درجة الميل التى تحدث فى السطح يبقى محور دوران الطرف أو الجزء أو الجسم ككل عمودياً على السطح الجديد، ومن أمثلة ذلك حركة رفع الذراع بميل بين الوضع أماماً والوضع جانباً حيث تكون الحركة فى هذه الحالة على السطح الفراغى السهمى المائل ويدور فيها الذراع حول محور عرضى مائل أيضاً.

الدوران Circumduction : وهى حركة تميز كل من المفاصل الثنائية المحور

والمتعددة المحاور وقد تتم على أى محور وأى سطح فراغى، كدوران الذراع ودوران الفخذ.

وسوف نتناول داخل هذا الفصل بعض النماذج من مفاصل الجهاز الهيكلى شاملة لنماذج من الطرف العلوى وأخرى من الطرف السفلى، حيث نتناول التركيب التشريحى لهذه المفاصل والعمل العضلى ودور كل عضلة فى عمل المفصل.

الطرف العلوى The upper Extremity :

يعتبر تشريح عضلات حزام الكتف، من الموضوعات الشيقه فى محاولة فهم عمل هذه المنظومة من المفاصل التى يتحرك فيها الطرف العلوى، حركة واسعة المدى ولها احتمالات متنوعة. حيث تلعب عظام اللوح والترقوه والقص دوراً كبيراً فى تحديد هذا المدى من خلال ما تنتجه من تغيير فى وضع مكان تمفصل عظام العضد وفقاً لنوع الحركة المؤداه، فعلى سبيل المثال، تدور عظام اللوح لأعلى عند تحريك الذراع من الوضع جانباً للوضع أماماً، والأمر لا يتوقف عند حد دوران هذه العظمة فقط، ولكنها أيضاً تتزحزح جزئياً حول التجويف الصدرى من الخلف، وتحدث هذه الزحزحة بتحكم محسوب فى عمل العضلات المسئولة عن ذلك. كما هو الحال فى أداء بعض التمرينات السويدية أو أداء راقص الباليه أو لاعب الجمباز.

ويمكن القول إن زحزحة عظام اللوح تحدث كقاسم مشترك أعظم فى جميع حركات الذراع، ففى تبعيد الذراع تستمر حركة كل من عظام اللوح والحدبه الكبرى لعظام العضد على مدى الحركة بغض النظر عن مقدار المقاومة المستخدمة (فى حالة رفع ثقل).

ويمكن وضع بعض الاستنتاجات العامة التى ترتبط بحركة الطرف العلوى منها:

* لا ترتبط حركة عظام اللوح عند تحريك العضد بمقدار المقاومة المستخدمة (الثقل) وأياً كان مقدار هذه المقاومة فإنه لا يؤثر على هذه الحركة ولا يضيف عليها أى عبء. وتتم حركة دوران عظام اللوح فى مدى دورانى مقداره

(٥٨ـ٦٢ درجة) درجة من المجموع الدورانى للحركة ككل فى حين يكون دور العضد فى حدود (٥٢ـ١١٢) درجة من المدى الحركى.

* هناك ما يمكن أن يطلق عليه هارمونية عمل اللوح والعضد وهذه الهارمونية مختلفة من فرد لآخر وقد تختلف فى الفرد نفسه باختلاف حالته القوامية والتدريبية.

* على الرغم من ارتباط حركة دوران عظام اللوح بحركة العضد إلا أن تفاصيل هذه العلاقة غير مفسرة إحصائياً، ولا توجد دراسات تناولت ذلك حتى الآن.

* إن وجه الاختلاف الوحيد بين دوران عظام اللوح عند حركة العضد بدون اثقال أو باستخدامها يتمثل فى بدء اللوح فى الدوران قبل بدء الذراع عند العمل ضد مقاومة.

ويعتبر حزام الكتف حلقة الوصل بين الجذع والطرف العلوى، لذا فإن بعض علماء التشريع وعلم الحركة يطلقون عليه حلقة حزام الكتف، وتتكون هذه الحلقة من عظام القص والترقوتين واللوحين والمفاصل الموجودة بينهم وهي المفصل القصي الترقوى والمفصل الترقوى الأخرومى والكتف على كلا الجانبين، وتعتبر هذه الحلقة حلقة غير كاملة لعدم اتصال اللوحين ببعضهما من الخلف.

ويتم اتصال الذراع بحلقة حزام الكتف عن طريق المفصل العنابى العضدى، والذى يتكون من رأس عظمة العضد والحفرة العنابية لعظام اللوح.

ويعتبر المفصل القصى الترقوى همزة الوصل المباشرة بين الطرف العلوى والجهاز الهيكلى المحورى، ويمثل أهمية كبيرة فى اتساع مدى حركة الطرف العلوى بشكل عام، حيث أنه يعتبر الوصلة النهائية بين الطرف العلوى والجذع.

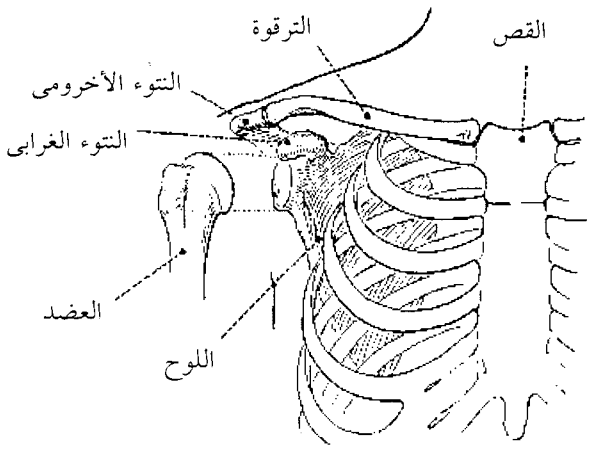
وبالنظر إلى حركة الطرف العلوى من ناحية شكل الحدبه الكبرى لعظام العضد ومدى عمق الحفرة العنابية وتناسبها مع حجم هذه الحدبة. فسوف نجد أن هذه العلاقة محدودة جداً فى إمكانية توفير مدى حركى واسع، ما لم تتحرك الحفرة العنابية لتواجه احتمالات حركية أوسع. فكما هو معروف من الناحية الميكانيكية، تؤدى الحركة البسيطة جداً فى الطرف القريب من المركز أو محور الدوران إلى حركة واسعة المدى فى الطرف البعيد وهو ما يحدث فى هذا المفصل.

ولكى يتم فهم تفاصيل حركة الطرف العلوى بصفة عامة، فإن المسألة تتطلب دراسة تفصيلية لهذه المجموعة المتباينة من المفاصل سواء من حيث تركيبها أو من حيث احتمالات الحركة التى يسمح بها هذا التركيب.

مفصل الكتف Shoulder Joint

يتكون مفصل الكتف من تمفصل كل من رأس عظمة العضد والحفرة الصغيرة نسبياً فى عظام اللوح والمسماه بالحفرة العنابية. وهذا المفصل من النوع المعروف بالكره والحق، حيث يتميز بأن محفظته الزلاليه تسمح بحرية حركة رأس عظم العضد فى حدود (٢,٥ ـ ٥ سم) خارج الحفره «شكل ٥».

ويغطى رأس عظمة العضد وكذلك الحفره العنابية غضروف زلالى، يزيد سمكه فى منتصف الرأس فى حين يزيد هذا السمك على المحيط الخارجى للحفرة العنابية، كما تغطى الحفره العنابية بطبقة من الألياف الغضروفيه التى يزداد سمكها أيضاً على المحيط الخارجى للحفره وتسمى بالشفَّه العنابية. وتساعد هذه الشفَّه فى زيادة عمق الحفره بالإضافة إلى امتصاص اصطدام رأس عظمة العضد بالحفره فى الحركات العنيفة.



شكل (٥) منظر أمامى لمفصل الكتف وحزام الكتف

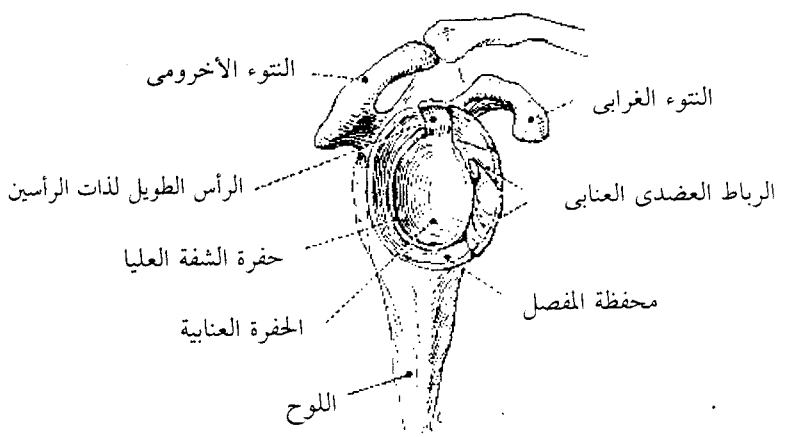
وتغلف المفصل محفظه ليفيه شبه أمبوبية، حيث تتصل بحواف الحفره العنابية من ناحية، وبالعنق التشريحى للمدور الكبير لعظام العضد من ناحية أخرى، ويبطن هذه المحفظه غشاء زلالى يتصل بالشفه العنابيه بحيث يغطى معظم العنق التشريحى، ويمتد إلى الحافة الداخلية لميزاب الرأس الطويل للعضله ذات الرأسين العضدية.

ويحتوى مفصل الكتف على عدد من الأكياس من أكبرها كيس العضله الداليه والكيس الموجود على قمة النتوء الأخرومى للوح.

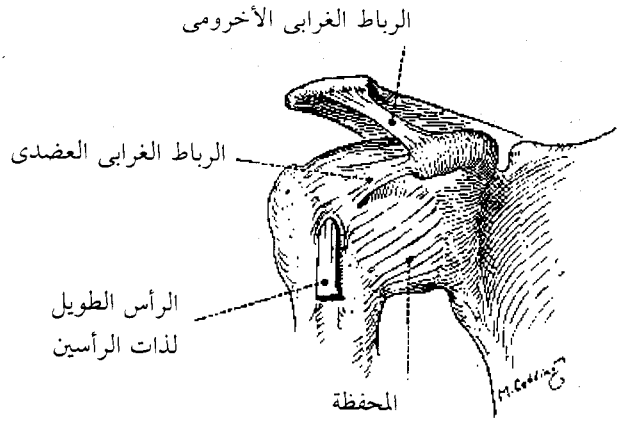
الأربطة والعضلات العاملة على مفصل الكتف:

هناك ثلاثة أربطة رئيسية تعمل على حماية مفصل الكتف، هى الرباط الغرابى العضدى والرباط الأخرومى الغرابى، ومجموعة الأربطة العضدية العنابية (٣ أربطة) شكل (٦).

وتأتى فوق هذه الأربطة، العضلات العاملة على المفصل وهى العضلة فوق الشوكة، والرأس الطويل للعضلة ذات الرأسين العضدية، والرأس الطويل للعضلة ذات الثلاثة رؤوس العضدية، وامتداد ألياف كل من العضلة الصدرية العظمى والمدملجه الكبرى وتحت الشوكة والمدملجه الصغرى.



شكل (٦) منظر خلفى لعظام اللوح اليمنى

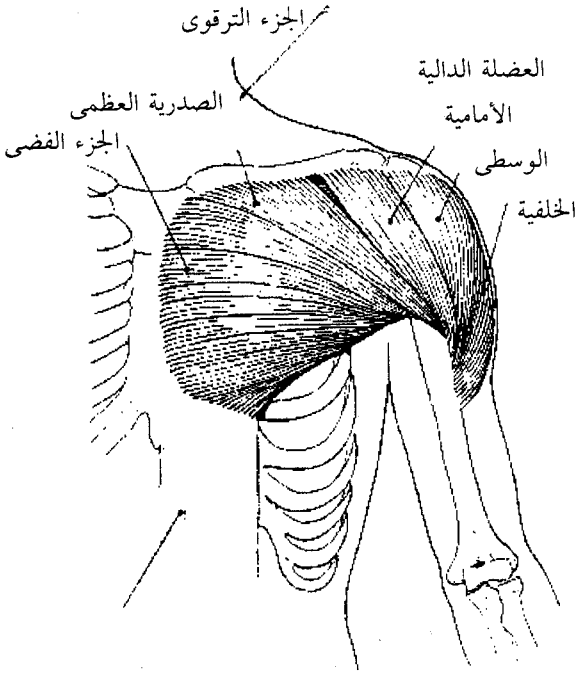


شكل (٧) منظر أمامى لمفصل الكتف يوضح الأربطة

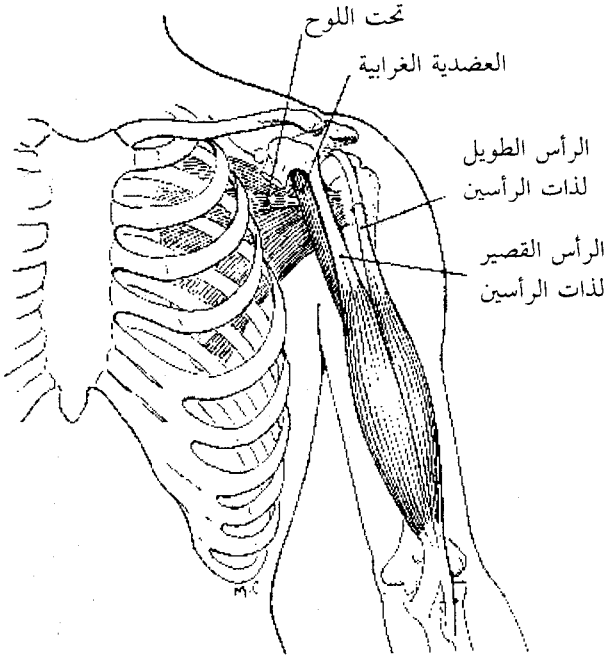
ويبدو من هذا التوزيع للأربطة والعضلات، أن أضعف منطقة فى هذا الدعم القوى للمفصل، والتى يسهل خلع المفصل فى اتجاهها، هى المنطقة السفلية، وقد أكدت العديد من الدراسات التى استخدمت أجهزة قياس النشاط الكهربائى للعضلات، على أهمية تنمية القوة لأربعة عضلات تعتبر مسئوله مسئولية مباشرة عن منع حدوث الخلع فى هذا الاتجاه، وهى العضلة فوق الشوكه، وتحت الشوكه، وفوق اللوح، والمدملجة الصغرى.

كما أجريت دراسة مقارنة بين العضلات التى تتجه أليافها رأسياً أو أفقياً ومسئولية كل منها عن حدوث الخلع، وتأكد دور العضلات التى تتجه أليافها أفقياً فى منع حدوث الخلع لأسفل وهو عكس ما كان معتقداً من قبل كما توصلت هذه الدراسات إلى تحديد ثلاثة عوامل رئيسية مرتبطة بخلع المفصل من أسفل هى:

* درجة تقعر الحفره العنابية.
* قوة الجزء العلوى من المحفظة الليفية وقوة الرباط الغرابى العضدى.
* قوة العضلة فوق الشوكه، بالإضافة إلى قوة الألياف الخلفية من العضلة الدالية إلى حد ما.



شكل (٨) منظر أمامى لعضلات الكتف

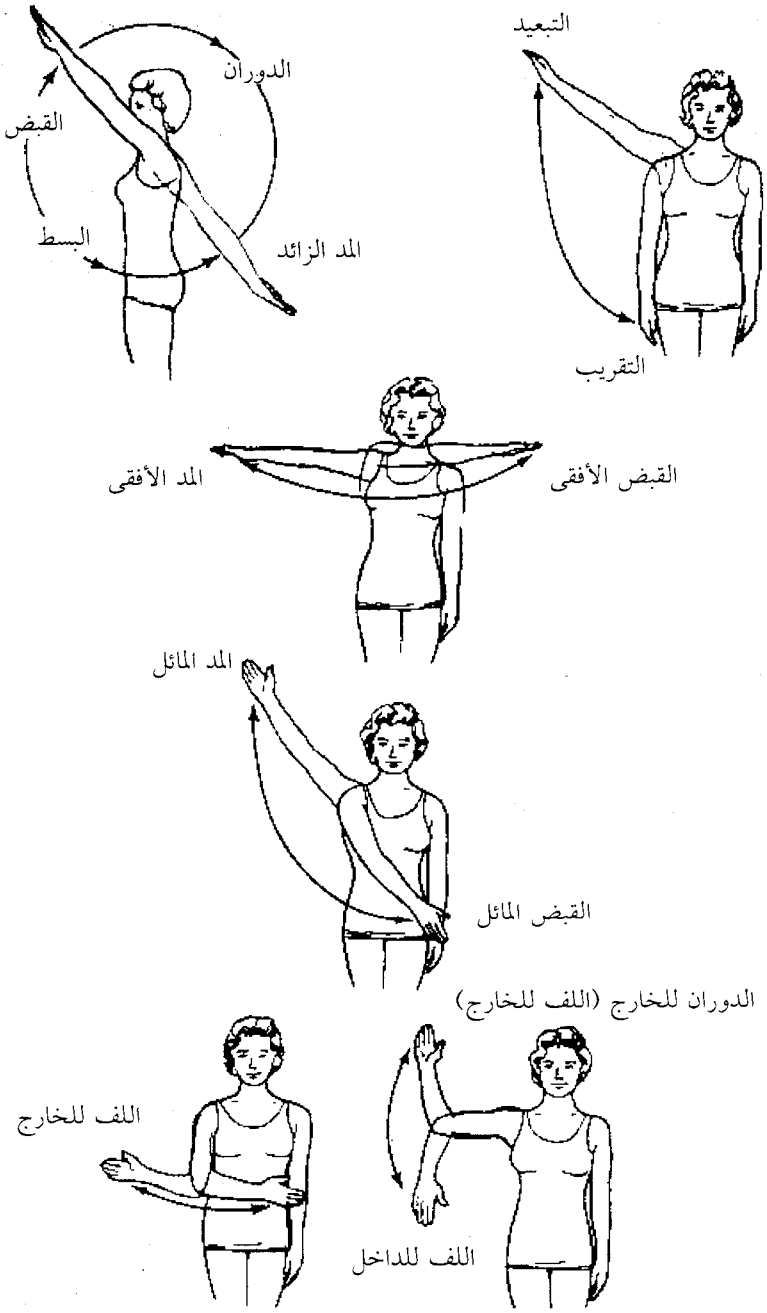


شكل (٩) منظر أمامى لعضلات الكتف

الاحتمالات الحركية لمفصل الكتف:

تتم جميع حركات العضد، عن طريق تمفصله مع الحفره العنابية، ويمكن الرجوع إلى القيم المتوسطة للمدى الحركى فى هذه الحركات فى جدول (٢)، وشكل (١٠).

- **القبض والقبض الزائد:** وهى الحركة الأمامية والخلفية فى مستوى فراغى عمودى على المستوى الفراغى الموجود فيه عظام اللوح، وزيادة مدى الحركة فى هذا الاتجاه عن (١٨٠°) تعتبر قبضاً زائداً.
- **المد والمد الزائد:** وهى الحركة الخلفية للذراع فى مستوى فراغى عمودى على المستوى الفراغى لعظمة اللوح من خلال العودة من وضع القبض.
- **التبعيد:** وهى الحركة للجانب ولأعلى فى مستوى فراغى موازى للمستوى الفراغى لعظمة اللوح.
- **التقريب:** وهى العودة من التبعيد إلى الوضع الأصلى.
- **اللف للخارج:** وهى حركة لف عظام العضد حول محورها الطولى والذراع فى الوضع الأصلى بجانب الجسم حيث يدور الجانب الداخلى من الداخل للخارج.
- **اللف للداخل:** وهى عكس الحركة السابقة بلف العضد حول محوره الطولى، بحيث يدور الجانب الخارجى فى اتجاه الجسم، ويمكن ملاحظة هذين النوعين من الحركات بوضوح عند رفع العضد جانباً بزاوية (٩٠°) مع قبض المرفق بزاوية (٩٠°) وهى إحدى حركات ذراع رجل المرور.
- **القبض الأفقى:** وهى الحركة الأمامية للعضد والذراع فى وضع تبعيد فى المستوى الأفقى، أى فى مستوى فراغى موازى للمستوى الفراغى لعظام اللوح إلى مستوى فراغى عمودى عليه.
- **المد الأفقى:** وهى الحركة العكسية للعضد من القبض الأفقى فى مستوى فراغى أفقى، أى فى مستوى فراغى عمودى على المستوى الفراغى لعظام اللوح إلى مستوى فراغى لمستوى اللوح.
- **الدوران:** وهى حركة مركبة من كل من القبض والمد والمد الزائد والتقريب بحيث تتم بانسيابية وفى كلا الاتجاهين الأمامى أو الخلفى حيث ترسم فيها أطراف الأصابع دائرة ويرسم الذراع ككل حركة مخروطية مركزها الكتف.



شكل (١٠) الحركات المحتملة فى مفصل الكتف

ويتم تصنيف عضلات مفصل الكتف، بناءاً على توزيع أماكن هذه العضلات حول المفصل، ويفضل الاستعانة بالأشكال التوضحية عند تناول أماكن هذه العضلات بالشرح. وكل العضلات المستخدمة فى هذا التقسيم تمر من الجذع أو من اللوح فى اتجاه العضد.

الجهة الأمامية		الجهة الخلفية	
الصدرية العظمى	Pectoralis major	تحت الشوكة	Infraspinatus
العضدية الغرابية	Coracobrachialis	المدملجة (المستديرة)	Teres minor
تحت اللوح	Subscapularis		
ذات الرأسين العضدية	Biceps brachii		

من أعلى		من أسفل	
الداليه	Deltoid	الظهريه العريضة	Latissimus dorsi
فوق الشوكه	Supraspinatus	المدملجة الكبرى	Teres major
		ذات الثلاثة رؤس العضدية الرأس الطويل	Triceps brachii, Long head

خصائص العضلات ووظائفها:

العضلة الصدرية العظمى : وهى عضلة كبيرة مروحية الشكل، تنتهى بوتر عريض، يشابه وتر العضلة الظهرية العريضة، ويلتف هذا الوتر حول نفسه بحيث تتجه حافته السفلية لأعلى عند اندغامه، وتنقسم العضلة وظيفياً إلى جزئين هما الجزء الترقوى والجزء القصى، ويقع الجزء الترقوى أقرب ما يكون للفص الأمامى للعضلة الدالية ويعمل معه فى كل من حركات قبض العضد والقبض الأفقى ولف العضد للداخل. وقد أشار باسماچيان Basmajian ١٩٧٩ إلى أن مشاركة الجزء الترقوى من العضلة الصدرية العظمى فى حركة لف العضد للداخل لا تظهر إلا بالعمل ضد مقاومة.

ويمر خط الشد الخاص بهذا الجزء من العضلة الصدرية العظمى، أسفل محور مفصل الكتف، وعند رفع الذراع جانباً أعلى من المستوى الأفقى يصبح خط الشد أعلى من محور المفصل، فيتحول عمل هذه العضلة إلى التقريب، ثم يتحول بعد ذلك إلى التبعيد مع استمرار حركة الذراع، ويبدأ عملها فى التبعيد عند الزاوية (١١٠°).

أما الجزء القصى من العضلة الصدرية العظمى، فهو يعمل بشكل عام كعضلة مضادة فى الحركات التى تتم فى المستوى السهمى فهى تعمل فى الحركات الأمامية والسفلية للذراع وكذلك فى اللف للداخل عندما يكون هذا اللف مصحوباً بالتقريب.

وتعمل العضلة الصدرية العظمى بقوة فى الحركات التى تتم فى المستوى السهمى، حيث أن لها أهمية خاصة فى جميع حركات الدفع والرمى والضرب.

ويمكن تحديد مكان الجزء الترقوى فى الثلثين الداخليين من الحافة السفلية للترقوه وذلك عن طريق الحس، أما الجزء القصى فيتصل بالحافة الخارجية لعظام القص وأسفل الترقوه ويمكن حسه بوضوح عند انقباض العضلة. وتتجمع ألياف الجزئين الترقوى والقصى فى وتر يندغم فى عظمة العضد من حافتها الخارجية.

العضلة العضدية الغرابية : يمر خط شد هذه العضلة من أمام مفصل الكتف، ويعتقد أنها تساعد فى حركة العضد للأمام، فنظراً إلى أن مكان اندماغها قريب جداً من مكان منشأ الرأس الطويلة للعضلة ذات الرأسين العضدية، فإن تحديد عملها بشكل قاطع يعتبر من الأمور الصعبة، وقد أمكن عزل عمل هذه العضلة خلال الدراسات التى قام بها ستيفنس Stevens ١٩٧٦ حيث حدد عملها فى أنها القوة الأساسية فى حركات القبض الأفقى للذراع. هذا بالإضافة إلى عملها مع كل من العضلة ذات الرأسين العضدية كقوة مثبتة لمفصل الكتف.

ويمكن حس مكان هذه العضلة من بين ألياف الفص الأمامى للعضلة الدالية والعضلة الصدرية العظمى، ولكن يحتاج إلى يد خبيرة فى التعامل مع العضلات. (شكل ٩) سابقاً.

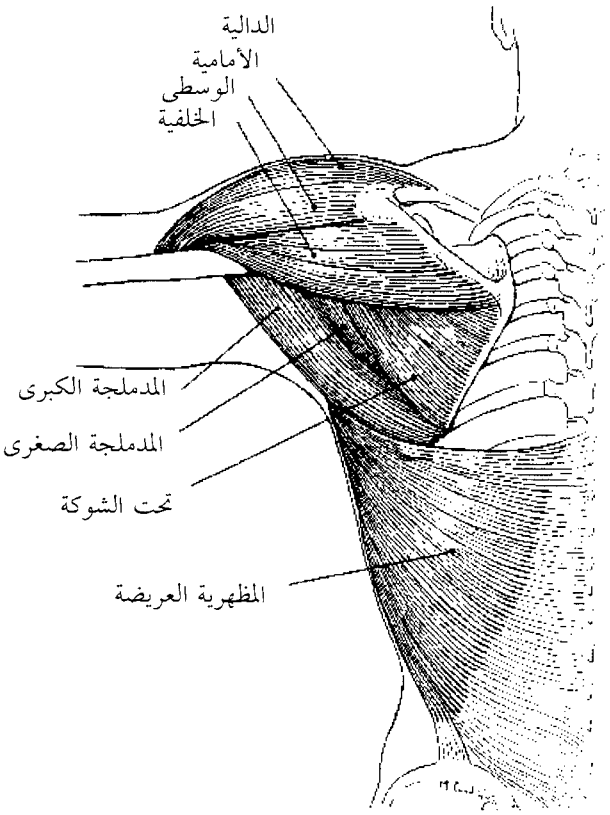
العضلة فوق اللوح: وهى واحدة من العضلات المغلفة للكتف والتى تشارك بنسبة كبيرة فى تثبيت الحفره العنابية، فهى تعمل بقوة على منع خلع رأس عظمة العضد من هذه الحفره، خلال حركات اللف العنيف والمفاجىء للخارج عندما يكون الذراع فى وضع تبعيد، كما أنها تعمل على تخفيض وضع رأس عظمة العضد، خلال حركة التبعيد والقبض عندما يكون الذراع بجانب الجسم أو عند تحريكه خلفاً، هذا بالإضافة إلى مشاركتها فى القبض الأفقى كما أشار شافلن Shavlin ١٩٦٩.

العضلة ذات الرأسين العضديه: على الرغم من أن هذه العضلة، تعتبر العضلة الأساسية فى عمل مفصل المرفق، إلا أنها تمر بمحور مفصل الكتف عند المنشأ، وتلعب دوراً فى حركات العضد انظر الشكل السابق.

فكل من رأسى العضلة يعملان فى القبض والتبعيد ضد مقاومة، عندما يكون المرفق فى حالة مد كامل لأسفل، كما أنها تعمل فى القبض الأفقى للذراع، فى حين تعمل الرأس القصيرة فى بعض الأحيان فى التقريب واللف للداخل ضد مقاومة.

العضلة الدالية: يعتبر تركيب هذه العضلة معقداً إلى حد كبير فترتيب أليافها الريشى المتعدد يجعل من الألياف الوسطى لهذه العضلة أليافاً قوية قادرة على الانقباض والعمل لفترات طويلة رغم عدم ملائمة حجمها لذلك، فهى تعمل على تبعيد العضد بقوة، ويزيد نشاطها عندما يكون العضد فى الوضع بين (٩٠° - ١٢٠° تبعيد) وهى قادرة على الاحتفاظ بوضع الذراع هكذا لفترات طويلة أثناء أداء أى مهام تتطلب ذلك.

وهذا الترتيب الريشى لألياف هذه العضلة، يقلل من مقدار زاوية شد الألياف الوسطى وبالتالى فإنها تنتج قوى تثبيت عالية لزيادة مركبة التثبيت فيها عن مركبة التحريك وهو شىء مرغوب فيه لأن مفصل الكتف فى الوضع المشار إليه يعتمد على تثبيت العضلات أكثر من اعتماده عى عمل الأربطة لتدعيم بقاء رأس عظمة العضد فى مواجهة الحفرة العنابية. هذا بالإضافة إلى عمل الألياف الوسطى فى حركة المد الأفقى. (شكل ٨ ، ١١ سابقاً).

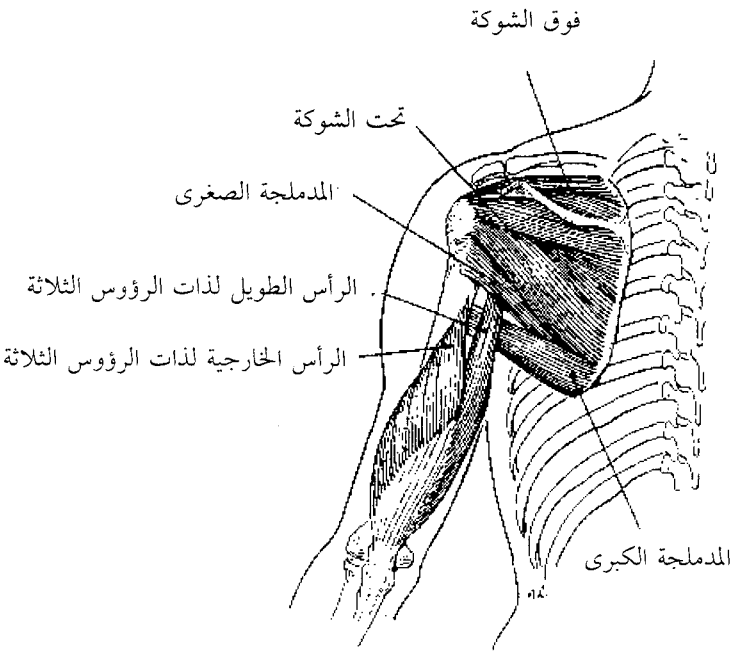


شكل (١١) العضلات السطحية لمفصل الكتف

أما بالنسبة للألياف الأمامية، فهى تشارك فى جميع حركات الذراع أماماً وكذلك فى لف العضد للداخل، كما أنها تعمل فى التبعيد، وهناك عدم اتفاق على الحركات التى تشارك فيها الألياف الخلفية، رغم وجود عدد من الأدلة التى تساعد على استنتاج عملها. والذى يتمثل فى المد واللف للخارج حيث أنها تندغم تحت محور المفصل.

ومن ناحية أخرى تعمل بعض الألياف العلوية القريبة من الألياف الوسطى بالمشاركة فى حركة التبعيد كما تعمل الألياف الخلفية فى رفع العضد فى المستوى الفراغى الرأسى (تبعيد العضد) فى كل مراحل الحركة.

العضلة فوق الشوكة: تعمل هذه العضلة، مع العضلة الدالية، فى حركة تبعيد الذراع خلال المدى الكامل لها، وهى تعمل أيضاً فى قبض الذراع ومده



شكل (١٢) منظر خلفى لعضلات الكتف (الطبقة العميقة)

أفقياً، وتصل أقصى درجات عمل هذه العضلة، عندما يكون الذراع فى حالة قبض (١٠٠°) وهى تلعب دوراً أساسياً فى ثبات مفصل الكتف ومنع حدوث الخلع السفلى ويمكن حسها أعلى الشوكة فى عظام اللوح.

العضلتين تحت الشوكة والمدملجة الصغرى: بالإضافة إلى عمل هاتين العضلتين فى لف العضد للخارج، فإنهما تعملان كعضلة واحدة بالمشاركة مع عضلة فوق اللوح فى تثبيت رأس عظمة العضد ومنعها من الاصطدام بالنتوء الأخرومى خلال حركة قبض وتبعيد العضد. كما تعملان كجزء من حلقة العضلات المسئولة عن تثبيت رأس عظمة العضد فى الحفره العنابية، حيث يتمثل دورهما فى منع خلع الكتف خاصة عندما يكون العضد فى وضع تبعيد، ويمكن حسهما على السطح الخلفى للوح من جهة المحور الأصلى للجسم وأسفل الألياف الخلفية للعضلة الدالية.

العضلة العريضة الظهرية : وهى عبارة عن طبقة عريضة من العضلات، تغطى الجزء الأوسط والسفلى من الظهر، وتنشأ من النصف السفلى للفقرات الصدرية وكل الفقرات القطنية، وتلتف الألياف تدريجياً فى اتجاه تجمعها لأعلى والخارج حتى تصل إلى مكان اندغامها فتلف الألياف السفلية بحيث تبدو لأعلى كما هو الحال فى تجمع ألياف العضلة الصدرية العظمى وتنتهى بوتر مفلطح عند الاندغام تحت الإبط.

وتتميز هذه العضلة بزاوية شد خاصة فى مد وتقريب العضد وخاصة عندما يكون العضد فى وضع تبعيد (٣٠° ـ ٩٠°) وعلى الرغم من أن قياس النشاط الكهربى لهذه العضلة قد أكد على فعالية دورها فى مد العضد وتبعيده خلال الحركة والأوضاع الثابتة سواء باستخدام مقاومة أو بدونها، فإنه لا يمكن القول أنها تعمل بنفس الفعالية فى لف العضد للخارج، ورغم ذلك فهى أكثر فعالية من الصدرية العظمى عندما تعمل على لف العضد للداخل، ويمكن حس هذه العضلة من تحت الإبط وتحت العضلة المدملجة الكبرى (شكل ١١ سابقاً).

العضلة المدملجة الكبرى:

تبدو هذه العضلة من الناحية الوظيفية، عضلة مشاركة للعضلة الظهرية العظمى فى الحركات التى تتم للعضد فى الاتجاهات لأسفل وللخلف وكذلك فى اللف للداخل، وقد لا يظهر عمل هذه العضلة إلا عند أداء الحركة ضد مقاومة كما يظهر نشاطها فى الحركات الدورانية ضد مقاومة أيضاً وفى المد والتقريب. هذا بالإضافة إلى عملها فى المد الزائد والتقريب عندما يكون الذراع خلف الجسم (شكل ١١، ١٢ سابقاً).

العضلة ذات الثلاثة رؤوس العضدية:

على الرغم من أن هذه العضلة من العضلات المحركة لمفصل المرفق، إلا أنها تعمل فى حركات العضد وذلك لأن الرأس الطويلة لهذه العضلة تمر من على مفصل الكتف، فهى تساعد فى التقريب والمد والمد الزائد للعضد.

حزام الكتف (المفصل الترقوى القصى والترقوى الأخرومى)

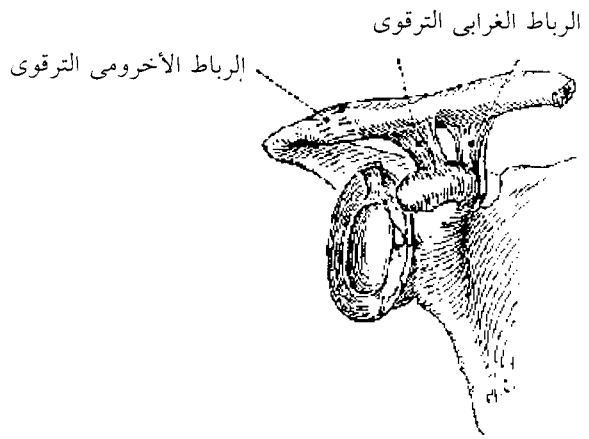
Shoulder Girdle Acromioclavicular & Sternoclavicular Articulation)

تركيب المفصل الترقوى القصى:

يتبع تصنيف التمفصل بين النتوء الأخرومى فى عظام اللوح والنهاية البعيدة للترقوه، المفاصل الحرة، تحت مسمى المفاصل الانزلاقيه غير المنتظمة حيث يوجد قرص وتدى الشكل فى الجزء العلوى من أسطح التمفصل، ويقوى محفظه التمفصل الرباط الأخرومى الترقوى حيث يمر من السطح العلوى للحافة الخارجية للترقوه إلى السطح العلوى للنتوء الأخرومى، ويأتى فى طبقة أسفل أوتار العضلة المنحرفة المربعة والعضلة الدالية، ويعمل هذا الرباط على تثبيت الترقوه، أو بمعنى آخر ربط الترقوه فى النتوء الأخرومى وذلك عن طريق التفرع إلى فرع قرنى وفرع منحرف شكل (١٣).

تركيب المفصل الترقوى الأخرومى:

تتمفصل الترقوه من جهة المحور الأصلى للجسم، مع كل من عظام القصى وغضروف الضلع الأول، وهذا المفصل يتبع تصنيف المفاصل الانزلاقية



شكل (١٣) منظر أمامى للتمفصل الأخرومى الترقوى

المزدوجة، وذلك لوجود حفرتين للتمفصل على جانبى قاعدته بالإضافة إلى غضروف مستدير مسطح، يتركب من ألياف غضروفية بيضاء وهو موجود لأعلى وللخلف من سطح تمفصل الترقوه ولأسفل بالنسبة لغضروف الضلع الأول، وأقرب ما يكون إلى اتصاله بعظام القص، وبذلك تكون المحفظة الليفية لهذا المفصل، لأعلى ولأسفل مع زيادة السمك من الأمام والخلف عن طريق مجموعة من الألياف تسمى بالألياف الأمامية الخلفية للأربطة الترقوية القصية.

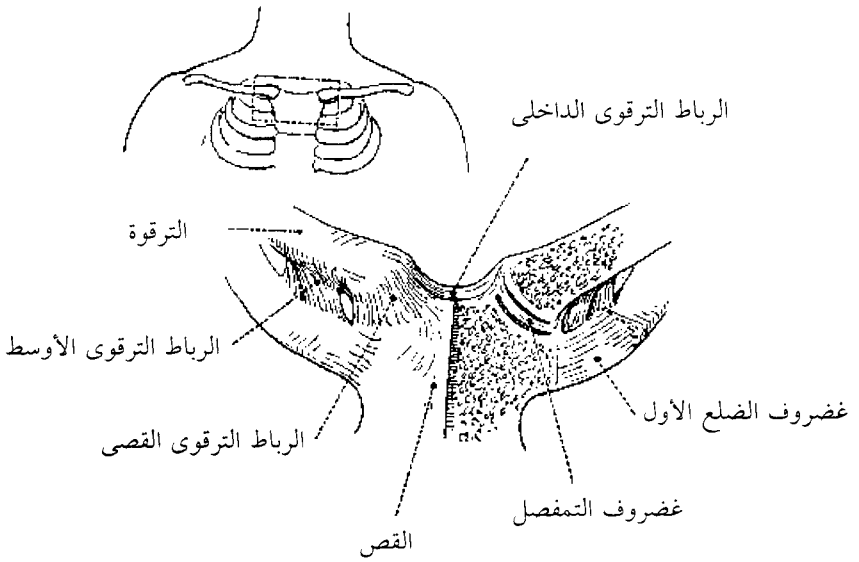
وتتم حركة الترقوه فى هذا التمفصل على النحو التالى:

الرفع والخفض الذى يحدث تقريباً على المستوى الرأسى وحول المحور السهمى، والحركة الأفقية للأمام وللخلف والتى تحدث على المستوى الفراغى العرضى وحول المحور العمودى، هذا بالإضافة إلى مستوى محدود من التدوير أو اللف للأمام وللخلف على المستوى الفراغى السهمى وحول المحور الطولى. ويمثل هذا التمفصل أهمية كبيرة فى حركة حزام الكتف وبالتالى حركة الذراع بشكل عام. فهو يسمح بحركة الترقوه فى المستويات الفراغية الثلاثة وإن كانت هذه الحركة محدودة. وبما أن هذه العضلة تتمفصل مع اللوح عند نهايتها البعيدة، فإن هذا التمفصل يلعب دوراً فى حركة اللوح نفسه.

ويدعم هذا التمفصل أربعة أربطة قوية هى: الرباط الترقوى القصى الأمامى وهو ألياف رباطية تلتحم بالألياف الأمامية للمحفظه الليفية للمفصل، والرباط الترقوى القصى الخلفى الذى يلتحم مع الألياف الخلفية للمحفظة الليفية، والرباط الترقوى الداخلى، الذى يتفرع إلى وصلات مفلطحة تمر عبر الجزء العلوى لعظام القص، وتتصل بالحافة القصية لكلا الترقوتين والرباط الضلعى الترقوى، وهو رباط قصير وقوى، يربط بين الحافة السفلية للترقوه وغضروف الضلع الأول وحدبه الضلع.

الاحتمالات الحركية:

جرت العادة على تفسير حركة حزام الكتف فى ضوء حركة عظام اللوح، وفى هذه الحالة يصعب ملاحظة حركة تمفصل الترقوه مع النتوء



شكل (١٤) منظر أمامى للتمفصل الترقوى القصى

الأخرومى للوح. ويجدر الإشارة هنا إلى أن أى حركة تحدث فى عظام اللوح يصحبها حركة فى كلا موضعى تمفصل الترقوه السابق الإشارة إليهم، ويمكن إيضاح حركات هذا الحزام على النحو التالى:

الرفع Elevation: وهى حركة اللوح لأعلى مع توازى الحافة الداخلية بالعمود الفقرى، ويتم رفع اللوح كنتيجة مباشرة لرفع النهاية البعيدة للترقوه والمتمفصلة معه، مما يؤدى بالتبعية إلى حدوث حركة فى المفصل الترقوى القصى.

وتحدث هذه الحركة بنسبة بسيطة عند رفع الذراع وبنسبة كبيرة عند التعبير عن الرفض بهز الاكتاف كما يحدث مع الأطفال حيث تتحرك الترقوة لأعلى عن وضعها الأفقى من الجهة الخارجية، ويتحرك اللوحين نحو المحور الأصلى للجسم، وتسمى هذه الحركة بالتقريب السلبى لأنها تحدث نتيجة لحركة الترقوه وليس نتيجة لعمل العضلات المقربة للوح.

الخفض Depression : وهى حركة العودة من حالة الرفع ويصعب أن يؤدى الفرد خفضاً يزيد عن المستوى الموجود عليه فى الوضع العادى إلا فى حالات الارتكاز فى بعض حركات الجمباز.

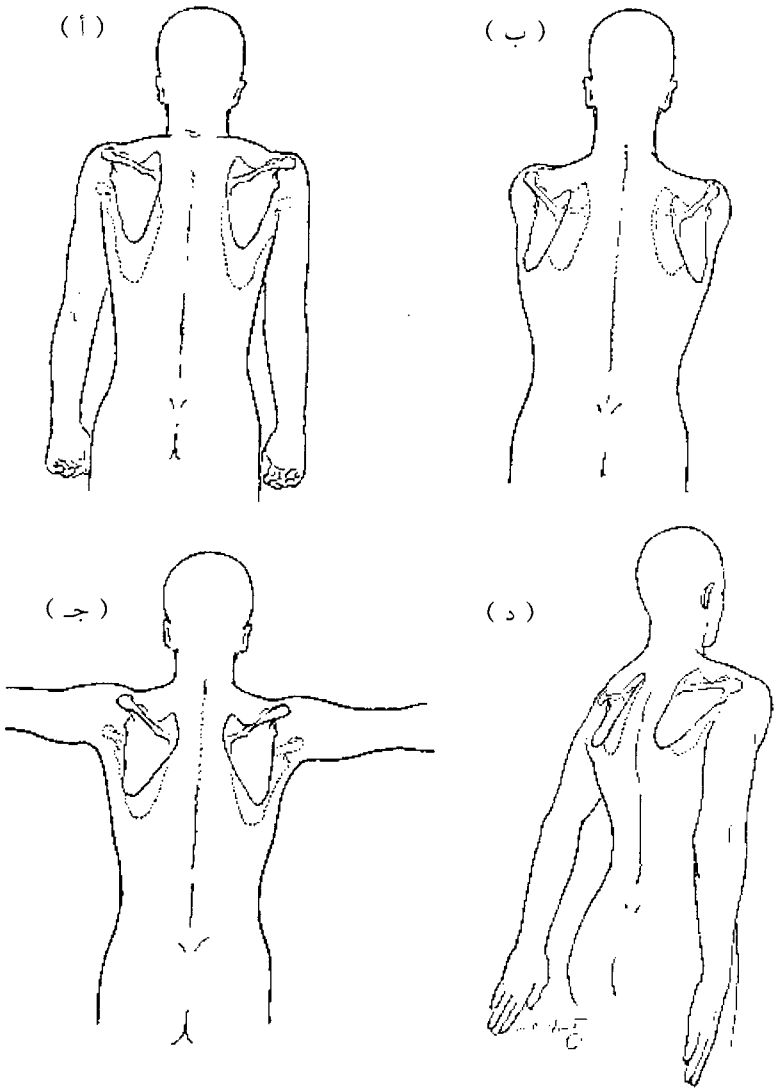
التبعيد والانكماش Abduction & Protraction : وهى حركة اللوح للخارج بعيداً عن العمود الفقرى، مع بقاء الحافة الفقرية موازية تقريباً له، وفى حقيقة الأمر لا يوجد ما يطلق عليه تبعيد مطلق للوح، وذلك لسببين رئيسيين أولهم أن اللوح ينزلق حول القفص الصدرى من الخلف وثانيهم حركة الترقوه للأمام حول المحور الرأسى للمفصل الترقوى القصى، فحركة اللوح لا تحدث بشكل كامل اللوح على المستوى الفراغى السهمى.

ومع تبعيد اللوح، يبدأ فى الدوران بحيث تتحرك حافته السفلية للخارج فى حركة تسمى بالميل للخارج، ويصاحب هذه الحركة حركة أمامية للحافة البعيدة للوح مما يؤدى إلى تحول الحفره العنابية لتواجه ما يمكن أن يحدث من حركة فى الذراع جهة الأمام شكل (١٥ب).

التقريب والامتداد Adduction & Retraction: وهى حركة اللوح فى اتجاه المحور الأصلى للجسم ممزوجة بنقل اللوح للداخل.

الميل لأعلى Upward Tilt: وهى حركة دوران اللوح حول محوره السهمى، بحيث تبرز الحافة السفلية للخارج ويمكن ملاحظتها بوضوح ويصاحب هذه الحركة لف للترقوه حول محورها الطولى بحيث تدور الحافة العلوية لها للأمام ولأسفل. وتحدث هذه الحركة فقط من وضع المد الزائد للعضد كما هو موضح فى الشكل (١٥ د).

الدوران لأعلى Upward Rotation: وهى حركة دوران اللوح فى المستوى الفراغى الرأسى، بحيث تتجه الحفره العنابية لأعلى قليلاً ويشارك المفصل الترقوى الأخرومى فى هذه الحركة بنسبة كبيرة ويصاحبها رفع النهاية البعيدة للترقوه وعادة ما يصاحب الدوران لأعلى حركة رفع الذراع سواء جانباً أو أماماً، ويساهم الدوران لأعلى فى تحقيق ثلاثة أهداف رئيسية هى: (١٥ جـ).



شكل (١٥) الحركات المحتملة لحزام الكتف
((أ) الرفع (ب) التبعيد (جـ) الدوران لأعلى (د) الميل لأعلى

* وضع الحفره العنابية فى الوضع المناسب لحركة الذراع.
* تحقيق ثبات المفصل (مفصل الكتف).
* تحريك منشأ العضلة الدالية نحو المحور الأصلى للجسم فتمنع انقباض العضلة أكثر من اللازم مما يسبب ظهور التعب بسرعة.

الدوران لأسفل Downward Rotation: وهى حركة العودة من الدوران لأعلى، كما يمكن حدوث دوران خفيف لأسفل عن الوضع الطبيعى، فتتجه الحفره العنابية لأسفل قليلاً، كما هو الحال فى الارتكاز على اليدين على جهاز المتوازيين.

عضلات حزام الكتف:

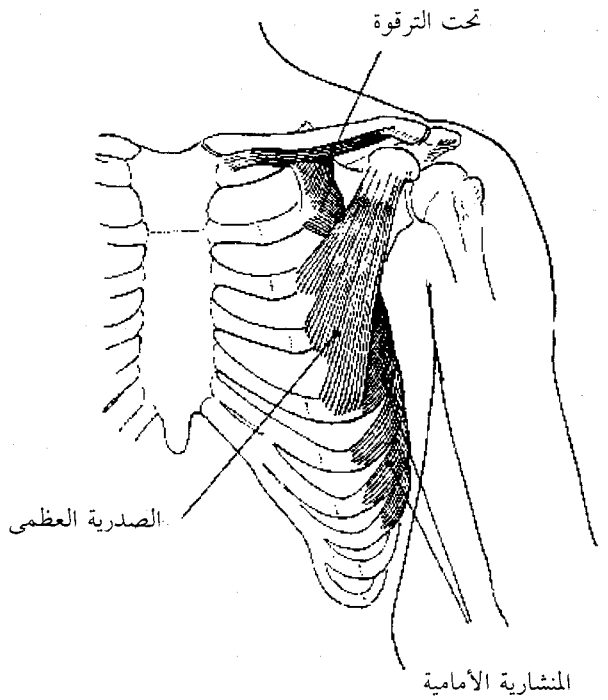
يمكن تقسيم عضلات حزام الكتف إلى عضلات أمامية وخلفية وفقاً لوضع العضلات بالنسبة للجذع.

الجهة الأمامية		الجهة الخلفية	
الصدرية الصغرى	Pectoralis Minor	الرافعة للوح	Leuator Scapulae
المنشاريه الأمامية	Serratus anterior	المعينيه	Rhomboids
تحت الترقوه	Subclavius	المنحرفة المربعة	Trapezius

العضلة الصدرية الصغرى: تشارك هذه العضلة فى عدة حركات لعظام اللوح هى الدوران لأسفل والميل لأعلى والخفض والحركات المركبة من التبعيد والميل للخارج.

وبالإضافة إلى عمل هذه العضلة لعظام اللوح فإن من أهم وظائفها أيضا الاحتفاظ بوضع الضلوع وتحقيق القوام الجيد لهذه المنطقة وإمكان عمل التنفس بعمق، ويؤدى انقباض العضلة الصدرية الصغرى عند تثبيت اللوح بالعضلات المقربة إلى رفع كل من الضلع الثالث والرابع والخامس، وحتى إذا لم تنقبض بشكل واضح فهى تعمل على شد هذه الضلوع. ولهذه العضلة أهمية خاصة بتناسق الشد الذى تحدثه على كل من اللوح والضلوع.

ومفتاح عمل هذه العضلة فى القوام الجيد هو تثبيت اللوح أمام شد العضلات المقربة ومنها المعينية والألياف الوسطى للمنحرفة المربعة. (شكل ١٦).



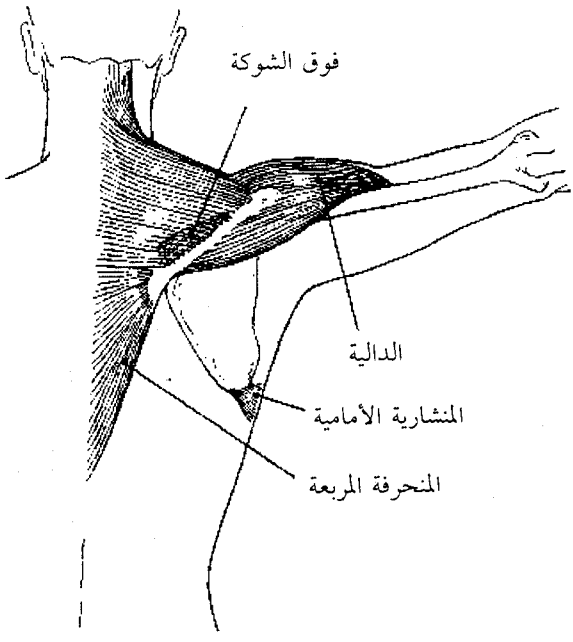
شكل (١٦) العضلات الأمامية لحزام الكتف

ويمكن حَس هذه العضلة فى منتصف المسافة بين الترقوه وحلمة الثدى عند رفع الذراع للخلف ضد مقاومة وكذلك عندما يجلس الفرد مع سند العضد على منضدة ثم يقوم بالدفع لأسفل والخارج فى نفس الوقت.

العضلة المنشارية الأمامية: تؤدى الألياف العلوية من هذه العضلة عمل التبعيد وميل اللوح للخارج حول ضلوع القفص الصدرى من الخلف، كما يعمل الجزء العلوى مع الجزء السفلى من العضلة المنحرفة المربعة بعزم ازدواج لتحقيق دوران اللوح لأعلى، ويمثل عمل هذه العضلة أهمية كبيرة فى رفع الذراع، فهى

الأكثر فاعلية من الألياف السفلية للعضلة المنحرفة المربعة فى تبعيد وقبض العضد، كما أنها تمثل أهمية خاصة فى مد الذراع والدفع، ويلاحظ أنه فى حالات إصابة هذه العضلة بالشلل لا يمكن رفع الذراع بعد مستوى (١٠٠°) (شكل ١٦، ١٧).

العضلة تحت الترقوه: يؤدى انقباض هذه العضلة التى تميل أليافها للاتجاه لأسفل قليلاً فى اتجاه عظام القص، إلى تثبيت وحماية التمفصل الترقوى القصى، هذا بالإضافة إلى أن وضع العضلة يسمح لها بشد اللوح، ولا يمكن حَسها لوجودها فى العمق.

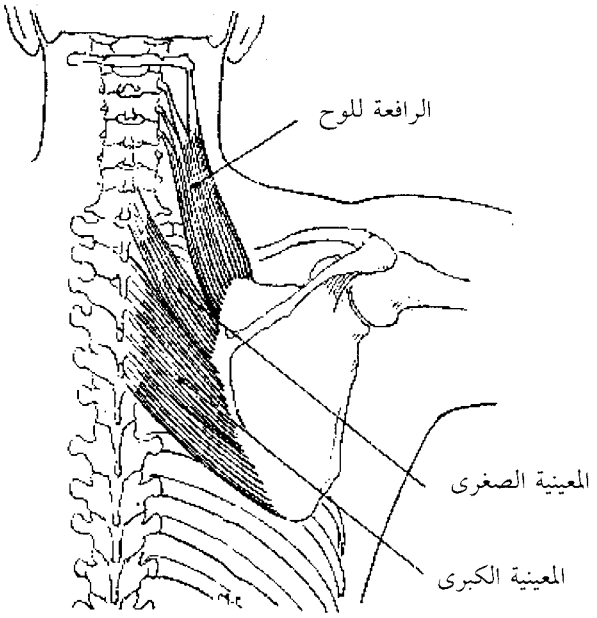


شكل (١٧) العضلات العاملة على رفع الذراع

العضلة الرافعة للوح : وتصنف هذه العضلة ضمن مجموعة عضلات الرقبة، وعلى الرغم من أن اسم العضلة يوحى بأنها تعمل على رفع اللوح وتقريبه، إلا أن بون وستون Bowen & Ston ١٩٥٣، قد حددا عملها فى رفع اللوح وتدويره لأسفل عندما يكون الجذع فى وضع المد الكامل، ويأتى هذا التفسير لعمل هذه العضلة، إنطلاقاً من أن وزن الذراع فى وضعه الطبيعى يسحب الحافة الاخرومية من اللوح لأسفل وفى نفس الوقت تعمل هى على رفع الزاوية الداخلية للوح فيحدث عزم ازدواج يؤدى إلى دورانه، وقد أكد هذا الرأى باسماچيان Basmajian ١٩٧٩ فى دراسة تعتبر حديثة نسبياً. وهى من العضلات التى يصعب حَسها.

العضلة المعينية الصغرى والكبرى: يمكن اعتبار هاتين العضلتين من الناحية الوظيفية عضلة واحدة، حيث أن كلا العضلتين تؤديان نفس الحركات فى عظام اللوح وهى التقريب والرفع والدوران لأسفل، هذا بالإضافة إلى أن عملهما بالتعاون مع العضلة المنحرفة المربعة، يعتبر من أهم عوامل صحة قوام الكتف، فعند نقص النغمة العضلية فى هاتين العضلتين سوف يؤدى شد كل من العضلة الصدرية الصغرى من الأمام والمنشارية إلى نوع من التشوه الوظيفى المتمثل فى ميل اللوح وتبعيده وهو تشوه يعرف باستدارة الكتفين للأمام ويميز بعض لاعبى الجمباز، كما هو الحال إذا كان النقص فى النغمة العضلية للصدرية الصغرى والمنشارية فسوف يحدث العكس ويتجه الكتفين للخلف، أى أن أى ضعف فى هذه المجموعة الأمامية الخلفية سوف يؤدى إلى خلل فى وضع الكتفين.

وتعمل العضلتين المعينتين بالتعاون مع الألياف الوسطى للعضلة المنحرفة المربعة على تثبيت اللوح خلال تبعيد الذراع، كما تعملان بنسبة بسيطة أثناء قبض الذراع حتى ١٥°حيث تزيد هذه النسبة بعد هذا المدى بشكل ملحوظ، ومن الصعب حَس هاتين العضلتين حيث يغطيهما تماماً العضلة المنحرفة المربعة. (شكل ١٨).



شكل (١٨) منظر خلفى لعضلات الكتف (ضيقة عميقة)

العضلة المنحرفة المربعة: وهذه العضلة من العضلات المثيرة فى دراستها، حيث تقع أسفل الجلد مباشرة وبالتالى فإن حَس انقباضها ومتابعة عملها يعتبر غاية فى السهولة، وقد أمكن تقسيم ألياف العضلة إلى ثلاثة أجزاء ولمزيد من الدقة هناك جزء رابع لا يمكن إغفال وجوده. وتشمل وظائف هذه الأجزاء ما يلى:

* **الجزء الأول:** حركة الرفع.
* **الجزء الثانى:** حركة الرفع والدوران لأعلى والتقريب.
* **الجزء الثالث:** حركة التقريب.
* **الجزء الرابع:** حركة الدوران لأعلى والخفض والتقريب.

ويظهر عمل هذه العضلة بوضوح شديد فى كل من رفع اللوح وتقريبه، ففى الرفع يشارك الجزء العلوى من العضلة فى حين يظهر نشاط الجزء الثانى

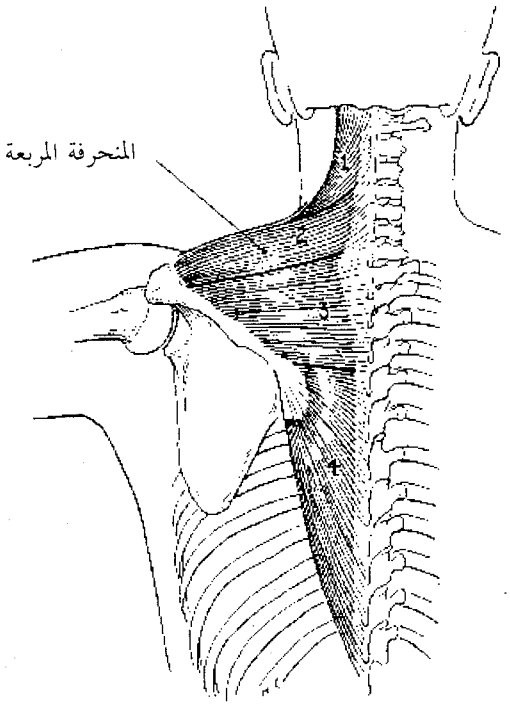
والثالث فى الخفض. وخلال تبعيد العضد وما يصاحبه من لف اللوح لأعلى يعمل الجزئين الثالث والرابع، فى حين يعمل الجزء الرابع فى قبض العضد.

ويظهر أعلى نشاط لهذه العضلة ككل فى دوران اللوح لأعلى والمصحوب بتبعيد العضد. وتمثل علاقة عمل العضلة المنحرفة المربعة بكل من العضلة المعينية والمنشارية أهمية كبيرة فى العديد من حركات اللوح، حيث تعمل العضلة المعينية مع الجزء الثالث من المنحرفة على تقريب اللوح ولهما نفس الوظيفة خلال رفع الذراع. أما الجزء الثانى والرابع فيعملان معاً على تدوير اللوح لأعلى فى حين تعمل العضلة المعينية على تدويره لأسفل وبالتالى فإنهما يعتبران من العضلات المضادة لعمل العضلات المعينية.

ويعمل كل من الجزء الثالث من المنحرفة المربعة والألياف العلوية المنشارية كعضلات مضادة، حيث تعمل الأولى على تقريب اللوح فى حين تعمل الثانية على تبعيده. ولكن الجزء الثانى والرابع يعملان مع العضلة المنشارية (الألياف السفلية) بعزم ازدواج يؤدى إلى تدوير اللوح لأعلى، مع شده أيضاً لأعلى فى اتجاه النتوء الأخرومى للوح، ويعمل الجزء السفلى من المنحرفة المربعة مع المنشارية على الشد لأسفل وفى اتجاه المحور الأصلى للجسم فى حين يكون عمل هذا الجزء أقل فى المراحل الأولى من القبض عندما يكون اللوح فى وضع تبعيد. فتصبح بذلك العضلة المنشارية عضلة مبعدة ومدورة للوح.

وللجزء الأول والثانى من هذه العضلة، وظيفة على درجة كبيرة من الأهمية ويصعب ملاحظتها لمحدودية مداها الحركى فهما يعملان على تثبيت النهاية البعيدة للترقوه والنتوء الاخرومى للوح فى حالة حمل ثقل بجانب الجسم، فعادة ما يشعر الفرد بتعب عضلى فى هذه المنطقة عند حمل شنطة سفر لمسافة طويلة، أما فى حالة عدم حمل ثقل فإن محفظه المفصل الترقوى القصى تكون قادرة على تثبيت اللوح فى وضع الخفض.

من خلال ما تقدم يتضح مدى تداخل عمل أجزاء العضلة المنحرفة المربعة مع بعضها ومع باقى عضلات المنطقة لتؤكد على أن العمل العضلى لا يحدث بشكل منفرد وإنما يحدث فى تناغم محسوب بين كل من المشاركة من عدمها ومقادير الانقباض المطلوبة فى كل مشاركة.



شكل (١٩) أجزاء العضلة المنحرفة المربعة

المفاصل وتحليل العمل العضلى فى الحركات الأساسية للذراع:

من الشرح السابق لعمل عضلات مفصل الكتف وحزام الكتف، يتضح مدى تعاون كل من مفصل الكتف ومفاصل الحزام فى تحقيق أنواع متباينة من الاحتمالات الحركية ذات المدى الخاص والمميز، وسوف نحاول التعرف على تفاصيل هذا التعاون والعضلات المشاركة فيه ومسئولية كل مفصل من المفاصل.

ويمكن تلخيص الحركات الأساسية للذراع على النحو التالى:

رفع الذراع جانباً Sideward Elevation: وهذه الحركة تحدث من وضع الذراع بجانب الجسم برفعه جانباً لأى زاوية حتى الوضع العمودى.

* **مفصل الكتف :** يصاحب عمل كل من العضلة الدالية والعضلة فوق الشوكة فى رفع الذراع وخفضه لف محدود لرأس عظمة العضد عن طريق انقباض خفيف فى العضلة تحت اللوح وتحت الشوكة والمدملجة الصغرى، وفى حقيقة الأمر، يعتبر تبعيد العضد، حركة رفع جانبية تحدث فى مستوى فراغى موازى للمستوى الفراغى للوح، وعلى ذلك فإذا ما تحرك اللوح بالتقريب والميل للخارج فإن تبعيد الذراع فى حالة ما إذا كان هناك خلل فى توافق عمل عضلات هذه المنطقة سوف لا يتم بشكل حاد على المستوى الفراغى الرأسى ولكنها سوف تتم فى مستوى فراغى مائل للأمام قليلاً.

وتعمل العضلة تحت الشوكة والمدملجة على لف العضد للخارج، عند لف راحة اليد فى أى من الاتجاهين، كما تشارك العضلة ذات الرأسين العضدية فى التبعيد بلف العضد للخارج.

* **حزام الكتف:** يحدث دوران لأعلى فى عظام اللوح عن طريق عمل المنشارية الأمامية والجزئين الثانى والرابع للعضلة المنحرفة المربعة.

خفض الذراع Sideward Depression: وتحدث هذه الحركة من أى وضع من أوضاع الذراع جانباً فى حالة رفع سواء ضد مقاومة أو ضد أى ظروف تعيق تأثير الجاذبية الأرضية.

* **مفصل الكتف :** تقريب العضد، عن طريق عمل العضلة الظهرية العظمى والمدملجة الصغرى (ضد مقاومة) بالإضافة إلى الجزء القصى من الصدرية العظمى، وقد تشارك الألياف السفلية من الجزء الخلفى من الدالية. كما يتم منع اللف للخارج عن طريق العضلة تحت اللوح والمدملجة الكبرى.

* **حزام الكتف :** منع لف اللوح لأعلى عن طريق المعينيه، والصدرية الصغرى بمعاونة الرافعة للوح.

رفع الذراع أماماً Forward Elevation: وتحدث هذه الحركة برفع الذراع أماماً أعلى من المستوى الأفقى.

* **مفصل الكتف:** يتم قبض العضد، عن طريق العضلة الدالية الأمامية، والألياف الترقويه من العضلة الصدرية العظمى، مع احتمال مشاركة العضدية الغرابية (فى حالة العمل ضد مقاومة) والعضلة ذات الرأسين العضدية مع لف خفيف فى العضد للخارج عن طريق عمل كل من تحت الشوكة والمدملجة الصغرى.

* **حزام الكتف:** دوران اللوح لأعلى عن طريق عمل العضلة المنشارية وألياف الجزء الثانى والرابع من العضلة المنحرفة المربعة، مع التبعيد والميل للخارج عن طريق عمل العضلة المنشارية الأمامية والصدرية الصغرى.

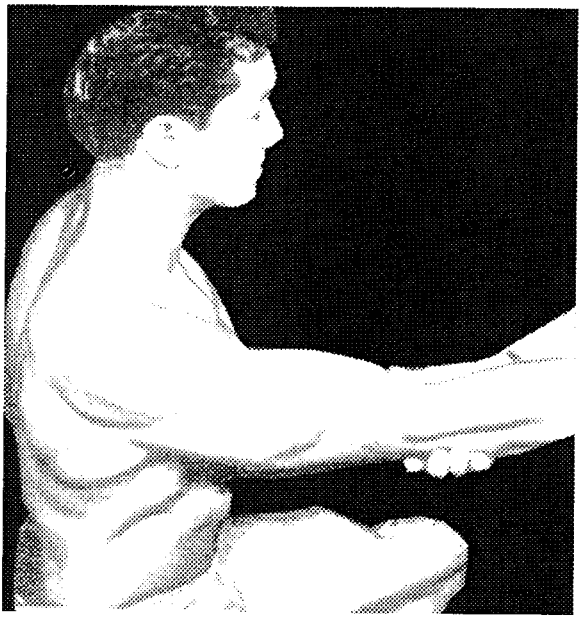
رفع الذراع أماماً عالياً Forward upward Elevation: وهذه الحركة تحدث برفع الذراع أماماً عالياً اعتباراً من المستوى الأفقى حتى المستوى الرأسى وما بعده.

* **مفصل الكتف:** قبض العضد بنفس العضلات السابق الإشارة إليها فى الحركة السابقة، والقبض الزائد لنفس العضلات فى حالة حركة الذراع بعد المستوى الرأسى، مع استمرار حركة لف العضد للخارج حتى تتواجه راحتى اليد فى الوضع العمودى.

* **حزام الكتف:** دوران اللوح لأعلى، عن طريق عمل العضلة المنشارية مع زيادة مشاركة الجزء الثانى والرابع من العضلة المنحرفة المربعة، وتعمل العضلة الرافعة للوح والمنحرفة المربعة (الجزء الأولى والثانى) والمعينية فى حالة تأثير الذراع بمقاومات خارجية كما هو الحال فى مرحجة الذراعين فى الوثب العالى والوثب الطويل ومرحلة الدفع فى القفز بالزانة.

خفض الذراع أماماً أسفل Forward Downward Dep: وهى حركة الذراع من أعلى وحتى وضع البداية، سواء ضد مقاومة أو فى الأوضاع التى لا يتحرك فيها الذراع تحت تأثير الجاذبية. شكل (٢٠).

* **مفصل الكتف:** مد العضد عن طريق عمل الجزء القصى من العضلة الصدرية العظمى والمدملجة الكبرى (ضد مقاومة) والظهرية العريضة (العظمى)



شكل (٢٠) خفض الذراع لأسفل ضد مقاومة

وخاصة فى الوضع (٦٠°) ويحتمل مشاركة الألياف الأمامية للعضلة الدالية والرأس الطويل للعضلة ذات الثلاثة رؤوس العضدية. وتعتبر حركة مد العضد من أقوى حركات هذا المفصل.

ويتم تخفيف لف العضد للخارج عن طريق ارتخاء العضلات المسئولة عن التدوير أو اللف ويمكن مشاركة العضلة تحت اللوح والمدملجة الكبرى والظهرية العريضة والصدرية العظمى.

* **حزام الكتف:** تخفيف عملية الرفع والدوران لأعلى عن طريق ارتخاء العضلات المسئولة، أما إذا أديت الحركة ضد مقاومة، فتشارك عضلات الصدرية والجزء الرابع من العضلة المنحرفة المربعة وتحت الترقوه والمعينية وفى حركات الشد، كالشد على العضلة، يحدث تقريب عن طريق الألياف الوسطى للعضلة المنحرفة المربعة والعضلة المعينية وخفض عن طريق الصدرية الصغرى والألياف السفلية للعضلة المنحرفة المربعة.

الرفع للخلف Backward Elevation :

* **مفصل الكتف:** مد زائد للعضد بعمل الألياف الخلفية من العضلة الدالية، والظهرية العريضة والمدملجة الكبرى.

* **حزام الكتف:** لف اللوح لأعلى عن طريق عمل الصدرية العظمى، ويؤدى المد الزائد للعضد إلى احتمال دفع اللوح إلى وضع رفع إذا انقبضت أى عضلة من عضلات اللوح فى هذه الحالة فسوف تعمل كعضلات رافعة للوح ومنها الجزء الأول والثانى من العضلة المنحرفة المربعة والمعينية مع احتمال مشاركة الجزء الترقوى من العضلة القصية الترقوية الحلمية. وهى عضلة من مجموعة عضلات الرقبة وتعمل كعضلة مساعدة فى هذه الحركة.

الدوران للخارج Outward rotation :

* **مفصل الكتف:** دوران العضد للخارج عن طريق عمل العضلة تحت الشوكة والمدملجة الصغرى مع الألياف الخلفية للعضلة الدالية، وهذه الأخيرة تعمل فقط عندما يكون المطلوب هو تقريب العضد ومده أيضاً.

* **حزام الكتف:** تقريب اللوح وتخفيض أى ميل للخارج عن طريق مشاركة العضلة المعينية والجزء الثالث من العضلة المنحرفة المربعة مع مشاركة بسيطة من الجزء الثانى والرابع من هذه العضلة.

الدوران للداخل Inward rotation :

* **مفصل الكتف:** دوران العضد للداخل عن طريق عمل العضلة تحت اللوح والمدملجة الكبرى (فى حالة العمل ضد مقاومة) والعريضة الظهرية والألياف الأمامية من العضلة الدالية والصدرية العظمى، وإذا كان الذراع فى حالة دوران لأعلى. فتشارك العضدية الغرابية والرأس القصيرة للعضلة ذات الرأسين العضدية فى الجزء الأول من الحركة.

حزام الكتف: تبعيد وميل اللوح للخارج عن طريق عمل المنشارية والصدرية الصغرى مع الميل لحدوث رفع للوح عن طريق العضلة الرافعة للوح والجزء الأول والثانى من العضلة المنحرفة المربعة والمعينية.

المرجحه الأفقية أماماً من الوضع الأفقى الجانبى

Horizonal-Forward swing From Side Horizonal Position.

* **مفصل الكتف**: القبض الأفقى للعضد عن طريق العضلة الصدرية العظمى والألياف الأمامية للعضلة الدالية والعضدية الغرابية مع مشاركة الرأس القصيرة للعضلة ذات الرأسين العضدية فى حالة استقامة الذراع.

* **حزام الكتف:** تقريب وميل اللوح للخارج عن طريق عمل العضلة المنشارية والصدرية الصغرى.

المرجحة الأفقية جانباً خلفاً من الوضع أماماً فى المستوى الأفقى

Horizonal Sidward-Backward Swing from forward Horizontal Position.

* **مفصل الكتف:** المد الأفقى للعضد عن طريق عمل الألياف الخلفية من العضلة الدالية، والألياف الخلفية من الدالية الوسطى، وتحت الشوكة، والمدملجة الصغرى، والرأس الطويلة للعضلة ذات الثلاثة رؤوس العضدية.

* **حزام الكتف:** تقريب وتقليل اللف للخارج لعظام اللوح عن طريق عمل المعينية والجزء الثالث من المنحرفة المربعة بشكل خاص، وبمساعدة كل من الجزء الثانى والرابع.

حركة مفصل الكتف دون مشاركة الذراع:

بالإضافة إلى هذا العمل التوافقى لحركة العضد مع حركة حزام الكتف. هناك ثلاثة احتمالات حركية لحزام الكتف لا يشترك فيها العضد بشكل إيجابى، وهذه الاحتمالات هى:

١ـ هز الكتف Lifting or hunching

٢ـ استطالة أو امتداد الكتف Protraction

٣ـ انكماش الكتف Retraction

* **هز الكتف:** رفع حزام الكتف عن طريق عمل العضلة الرافعة للوح، والجزء الأول والثانى من العضلة المنحرفة المربعة والمعينية. (بمساعدة العضلة

القصية الترقوية الحلمية إذا أديت الحركة ضد مقاومة مع ترك حزام الكتف للعودة إلى وضعه الأصلى تحت تأثير الجاذبية الأرضية.

* **الاستطالة أو الامتداد:** تبعيد وميل للخارج للوح عن طريق عمل إرادى لكل من المنشارية الصدرية الصغرى حيث تحدث حركة خفيفة فى اتجاه دوران اللوح للداخل.

* **الانكماش:** تقريب وتقليل ميل اللوح للخارج عن طريق عمل العضلة المعينية والجزء الثالث من العضلة المنحرفة واحتمال مشاركة الجزئين الثانى والرابع من نفس العضلة.

الحركات المائلة Diagonal Movements:

إن معظم الحركات الرياضية وحركات الجسم العادية فى الحياة اليومية، يتخللها حركات تتم على مستويات فراغية مائلة، ولكى يتم تحليل هذه الحركات فى ضوء العمل العضلى والأوضاع القياسية له فإنه من الضرورى التعرف على نسب هذه الحركات من الحركات الأصلية للمفاصل وعلى محاورها الأصلية ومستوياتها الفراغية الأصلية.

فعلى سبيل المثال تمثل حركة المتابعة فى الإرسال فى التنس، مجموعة من الاحتمالات الحركية للذراع فهى بين حركة أمامية وحركة لأسفل مع حركة خفض مصحوبة بمرجحه أفقية أمامية، أى بمعنى أنه يمكن توصيف هذه الحركة ضمن أنواع الحركات التى تتم فى مستويات فراغية مائلة.

أى أنها حركة أمامية مائلة لأسفل مع لف العضد للداخل. متضمنة مد العضد ممزوج بنسبة محدودة من التقريب الذى يطلق عليه التقريب المائل.

وهكذا فإنه يمكن الاعتماد على مصطلحات تفسير حركة المفاصل فى الأوضاع الأصلية والتى تناولناها تفصيلاً لايضاح الحركات التى تتم فى المستويات الفراغية المائلة سواء فى الحياة اليومية أو فى الأداءات الرياضية المتنوعة.

الإصابات الشائعة فى حلقة الكتف:

تمزق أربطة المفصل الترقوى الأخرومى:

وتحدث هذه الإصابة فى حالة الضغط على المفصل للوصول إلى مدى حركى أوسع من المدى المسموح به، كما هو الحال فى دفع الكتف لأسفل مما سبب حركة للنتوء الاخرومى لأسفل بعيداً عن الترقوه، كما تحدث هذه الإصابة عند سقوط الفرد على مفصل المرفق وهو فى وضع قبض عندما تكون العضد فى وضع رأسى وفى حالة تبعيد بمقدار ٤٥° ـ ٩٠° وتتمثل الإصابة فى قطع كامل أو تمزق فى بعض أربطة لمفصل نتيجة لشدها الزائد الناتج عن السقوط.

كسر الترقوه:

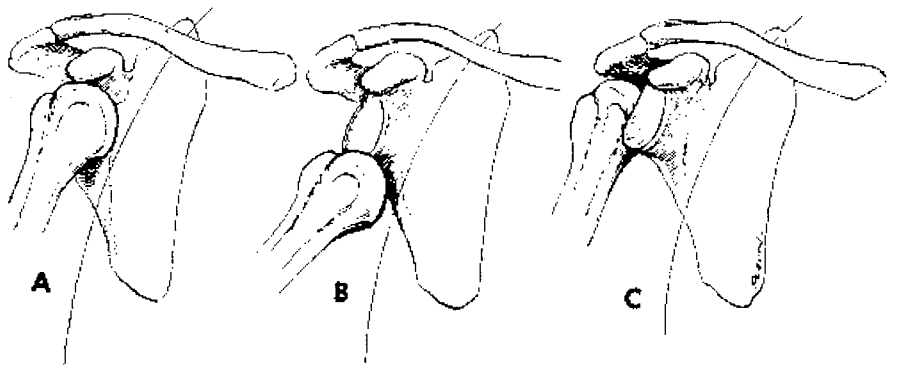
قد يحدث كسر الترقوه فى ثلثها الأوسط، نتيجة لبعض إصابات التمزقات الحادة فى التمفصل الترقوى الاخرومى سواء كان بالحركة المفاجئة للنتوء الاخرومى بدفعه لأسفل أو بالسقوط على اليد والذراع فى حالة مد كامل، وهذه الإصابة يمكن التعرف عليها بسهولة لو لاحظنا أن الفرد المصاب يلجأ إلى سند زراعه وسحبه فى اتجاه المحور الأصلى للجسم وهذه الإصابة شائعة الحدوث فى سن المراهقة.

خلع الكتف:

هناك ثلاثة أنواع لخلع الكتف:

* الخلع الأمامى أو أسفل النتوء الغرابى.
* الخلع السفلى أو أسفل الحفره العنابية.
* الخلع الخلفى.

ويعتبر الخلع الأمامى من الأنواع الشائعة الحدوث بين الرياضيين الناشئين، حيث يحدث بخروج رأس عظمة العضد عن طريق تبعيدها وتدويرها للخارج، أو عندما تنقبض العضلة الصدرية العظمى بقوة، فتخرج الرأس من الحفرة العنابية.



شكل (٢١) أشكال الخلع لمفصل الكتف

وعادة ما تبقى الذراع المخلوعة من الكتف فى وضع تبعيد ولف للخارج.

ويعتبر الكتف من أسفل من أصعب هذه الحالات، حيث تعمل العضلات المحيطة على حماية الكتف من هذا النوع من الخلع وخاصة عضلات أسفل الشوكة والدالية الخلفية والجزء السفلى من المحفظة الليفية.

وقد تتكرر حالات خلع مفصل الكتف بحيث تصبح الحالة مزمنة، بمعنى تكرار حدوثها بسهولة وقد يكون السبب فى ذلك خاص بتركيب الأربطة أو نتيجة للتكرار. ويجب تحديد أى الحالات التى تسبب تكرار الخلع وفى كثير من الأحيان يتطلب الأمر التدخل الجراحى.

مفاصل المرفق والساعد:

على غرار ما يحققه مفصلى الكتف وحزام الكتف من توافق فى العمل لإتاحة احتمالات حركية أوسع وأكثر مما يحققه كل مفصل منفرداً، يتوافق عمل كل من المرفق والساعد ورسغ اليد واليد فى توسيع نطاق الحركات التى يمكن أن تحققها هذه المفاصل مجتمعة.

• مفصل المرفق:

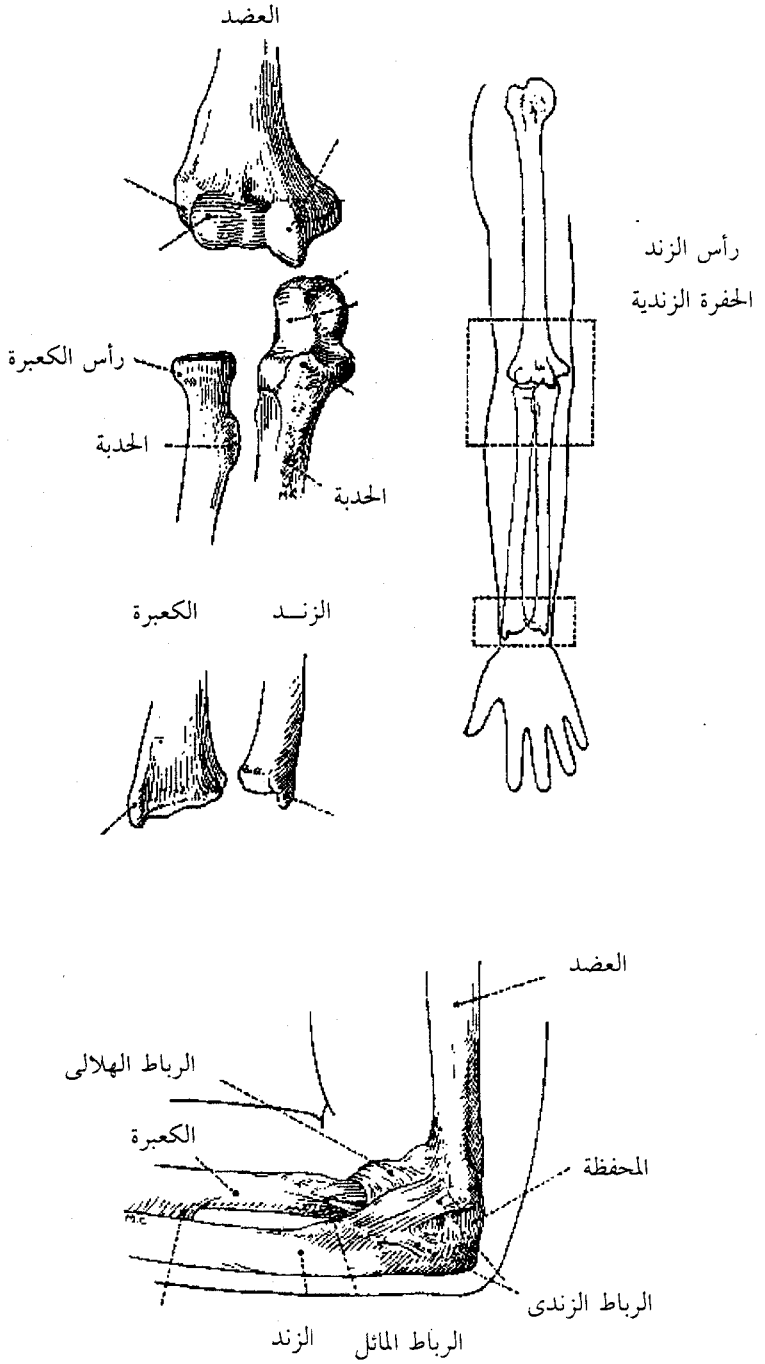
رغم أن هذا المفصل يتبع تصنيف المفاصل الارتكازية، إلا أنه يعتبر من النوع المعقد التركيب، فالساعد يتكون من عظمتين، تتمفصلان مع النهاية

البعيدة لعظمة العضد، بطريقة معقدة نسبياً حيث تزيد من صعوبة اعتبارهما فى تمفصل عن النوع الارتكازى، فتمفصل النهاية البعيدة لعظمة العضد مع عظمة الزند، يمكن اعتبارها من النوع الارتكازى، أما تمفصل عظمة الكعبرة، فهو يختلف كثيراً ويمكن اعتباره مفصلاً انزلاقيا أو لمزيد من الدقة فى توصيف المفصل من حيث التركيب فيعتبر من مفاصل الكره والحق.

وسوف نحاول ايضاح تفاصيل اتصال هذه العظام ببعضها مع الاستعانة بالرسم قدر الإمكان، تنتهى عظمة العضد من الجهة الداخلية على شكل الكف يعرف بالبكره، ورأس اسفنجية من الجهة الخارجية حيث تتمفصل عظام الزند مع العضد فى تركيبة شبه دائرية، مغلقة من الخلف ومفتوحة فى اتجاه ما يسمى بالحفره السينية ويعرف السطح الداخلى لهذا التمفصل من جهة عظام الزند بشبه الحفره الزندية التى تمتد لأسفل وللأمام لتكون نتوء صغير يعرف بالنتوء القرنى وهو لأعلى وللخلف من النتوء المرفقى.

فى حين تتمفصل عظمة الكعبرة مع النهاية البعيدة لعظمة العضد، عن طريق قرص مقعر قليلاً يتصل مباشرة بالعقدة (فى حالة وجود الذراع فى الوضع الطبيعى). وعلى الرغم من أن هذا التركيب يجعل المفصل من النوع المعروف بالكره والحق، فإن عظام الكعبره لا يمكن تقريبها أو تبعيدها، نتيجة لوجود ما يسمى بالرباط الحلقى الذى يحيط برأس عظمة الكعبرة ويربطها بقوة فى الحفرة الكعبرية لعظام الزند. هذا بالإضافة إلى عدة أربطة أخرى متصلة بعظام الزند تمنع عظام الكعبرة من الحركة بمفردها. وعلى ذلك فإن الحركة الوحيدة التى يمكن أن تشارك فيها هذه العظمة هى القبض والمد فى مفصل المرفق، ولهذا السبب يعتبر تصنيف مفصل المرفق بشكل عام ضمن المفاصل الرزّية تصنيفاً مقبولاً.

وهذين الشكلين من التمفصل بين عظمتى الساعد وعظمة العضد، حالهم حال تمفصل عظام الساعد مع بعضها حيث يحيط تمفصل عظمتى الساعد من الجهة القريبة من مفصل المرفق، محفظه ليفيه قوية يبطنها غشاء



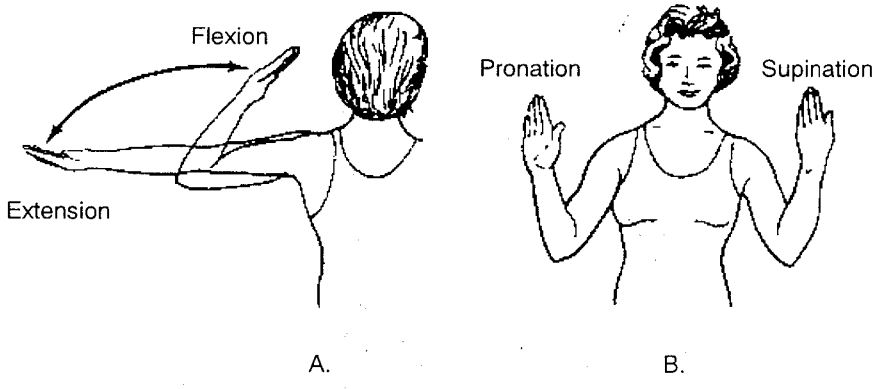
شكل (٢٢) أربطة مفصل المرفق

زلالى يمتد إلى ما بعد المفصل الزندى الكعبرى ويغطى كل من الحفره الكعبريه والنتوء المرفقى والنتوء القرنى ويلتحم مع الرباط الحلقى، ويدعم هذه المحفظة أربعة أربطة هى الرباط الكعبرى الأمامى والخلفى والرباط الكعبرى الخارجى والرباط الزندى الخارجى وهو أقوى هذه الأربطة، حيث يتكون من ألياف سميكة قوية مثلثه الشكل تتصل من أعلى المثلث بالمدور الداخلى لعظام العضد من أسفل عند التقائه بالجزء الداخلى من النتوء القرنى والنتوء المرفقى لعظمة الزند والشفه الداخلية بين العظمتين (الزند والكعبره).

الحركات المحتملة:

* **القبض**: يتم القبض من الوضع التشريحى بتحريك الساعد أماماً عالياً فى المستوى الفراغى السهمى.

* **المد**: وهى حركة العودة من القبض وتحدث فى نفس المستوى الفراغى، وهناك بعض الحالات التى يحدث فيها مد زائد فى هذا المفصل وقد يرجع السبب فى ذلك بالمقام الأول إلى صغر حجم النتوء المرفقى وليس ارتخاء الأربطة كما يعتقد البعض.



شكل (٢٣) حركات المرفق والمفصل الزندى الكعبرى
(أ) قبض ، (ب) بسط ، (جـ) كب ، (د) بطح

المفصل الزندى الكعبرى:

تركيب المفصل من الجهة القريبة (فى اتجاه العضد).

يعمل الشكل القرصى لرأس عظمة الكعبره عند اتصال هذه العظمة بالحفرة الكعبرية فى عظام الزند، بالإضافة إلى الرباط المثلث على تكوين حلقة كاملة تدور بداخلها عظمة الكعبره وذلك لأن الجانب العلوى من هذه العظمة تتمفصل مع عظمة العضد، ويساعد ذلك على إمكانية لف العظمة حول محورها الطولى، ولهذا فإنه من وجهة النظر المنطقية لا تعتبر جزء من المفصل الزندى الكعبرى. فالمفاصل الثلاثة الوحيدة فى هذه التركيبة هى، المفصل العضدى الزندى، والمفصل العضدى الكعبرى، والمفصل الزندى الكعبرى من الجهة البعيدة (فى اتجاه رسغ اليد) وجميع هذه المفاصل تشترك فى محفظة ليفية واحدة.

تركيب المفصل من الجهة البعيدة:

عند النهاية البعيدة لعظام الساعد، تتمفصل عظمة الكعبره مع رأس الزند عن طريق حفرة صغيرة، حيث يوجد قرص غضروفى مثلث بين رأس عظمة الزند والنهاية القريبة لمصفوفة عظام رسغ اليد. ويعمل على تقوية المفصل فى هذا الاتجاه وجود هذه الألياف الغضروفية، كما يدعم المفصل أيضاً كل من الرباط الزندى الخلفى والرباط الكعبرى الراحى (المتصل براحة اليد).

وكل من هاتين التركيبتين تعتبران من المفاصل الارتكازية.

الحركات المحتملة:

الكب: حيث تتحرك عظام الساعد حول محورها الطولى، لتتجه راحة اليد للداخل وهى تحدث مع لف عظام العضد للداخل.

البطح: حيث تتحرك عظام الساعد حول محورها الطولى، لتتجه راحة اليد للخارج وهى تحدث مع لف عظام العضد للخارج.

وعندما يكون المفصل (المرفق) فى وضع المد يصحب حركة الكب فى عظام الساعد لف واضح فى عظام العضد والعكس من البطح. وتكون عظام

الساعد فى وضع البطح، أثناء وضع الوقوف التشريحى، والذى يستخدم كوضع بداية قياسى.

تركيب المفصل من الجهة القريبة:

يعمل الشكل القرصى لرأس عظمة الكعبره، لاتصال هذه العظمة بالحفره الكعبرية فى عظام الزند ويحيطه الرباط المثلث وتؤدى الحفره والرباط إلى تكوين حلقة كاملة، تدور بداخلها رأس عظمة الكعبره وذلك لأن السطح العلوى لرأس عظمة الكعبره يتمفصل مع عقدة عظمة العضد، مما يساعد على لف هذه العظمة حول محورها الطولى ولهذا فإنه من وجهة النظر المنطقية لا يعتبر جزء من المفصل الزندى الكعبرى، فالمفاصل الثلاثة فى هذه الحلقة هى: العضدية الزندية، والعضدية الكعبرية، وتمفصل الزند والكعبره من الجهة البعيدة (قبل مفصل رسغ اليد) وجميع هذه المفاصل تشترك فى محفظة ليفية واحدة.

الحركات المحتملة:

الكب: حيث تتحول فيها عظام الساعد حول محورها الطولى لتتجه راحة اليد للداخل وهى تحدث كاستجابة للف عظام العضد للداخل.

البطح: حيث تتحرك فيها عظام الساعد حول محورها الطولى، لتتجه راحة اليد للخارج كاستجابة للف عظام العضد للخارج.

ملحوظة: عندما يكون مفصل المرفق فى وضع المد يصحب الكب فى عظام الساعد لف واضح فى عظام العضد، والعكس فى البطح، وفى الوضع التشريحى الذى يستخدم كوضع بداية قياس تكون عظام الساعد فى حالة بطح نتيجة للف عظام العضد للخارج.

والمدى الكامل لكل من الكب والبطح، يمكن ملاحظته عندما يكون مفصل المرفق فى وضع الزاوية القائمة شكل (٢٢) مع بقاء العضد بجوار الجسم والوضع الأوسط بين الكب والبطح هو أن تواجه راحتى اليدين بعضهما. ويمكن ملاحظة المدى الكامل لحركتى الكب والبطح، عندما يكون

المرفق فى وضع قائم مع بقاء العضد بجوار الجسم ويسمى الوضع الذى تتواجه فيه راحتى اليدين بوضع شبه الكب أو الوضع الأوسط.

عضلات المرفق والمفصل الزندى الكعبرى:

يتم تقسيم عضلات مفصل المرفق والمفصل الزندى الكعبرى فى ضوء موضع العضلات بالنسبة لهذه المفاصل على النحو التالى:

من الأمام

ذات الرأسين العضدية	Diceps brachii
العضدية	Brachialis
العضدية الكعبرية	Brachioradialis
الكابة المستديرة	Pronator teres
الكابة المربعة	Pronator quadratus
بالإضافة إلى الرباط الأمامى لرسغ اليد	Anterior wrist region

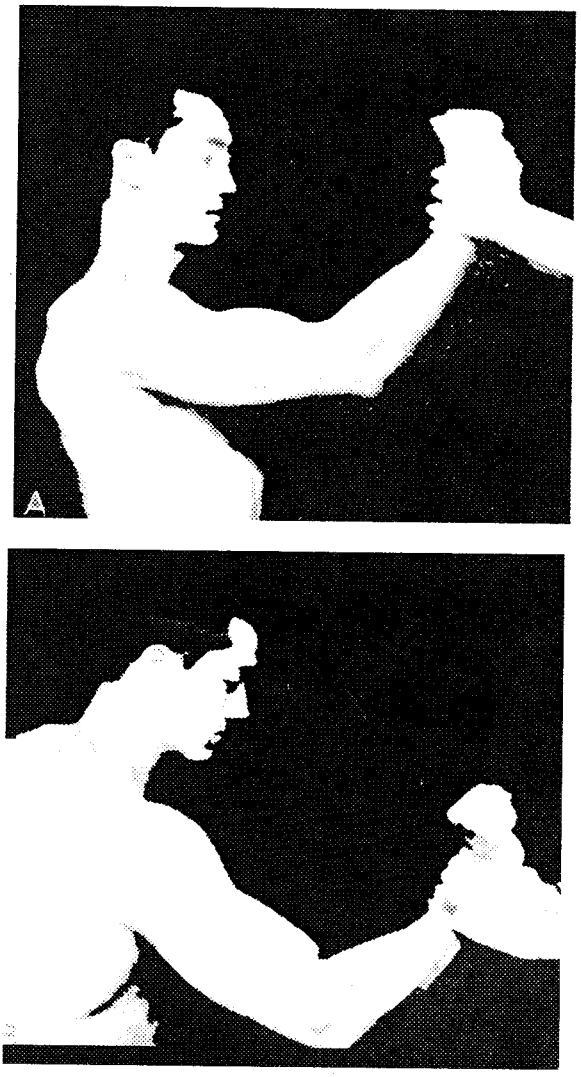
من الخلف

ذات الثلاثة رؤس العضدية	Triceps brachii
المرفقية	Anconus
الباطحة	Supinator

• خصائص ووظائف العضلات:

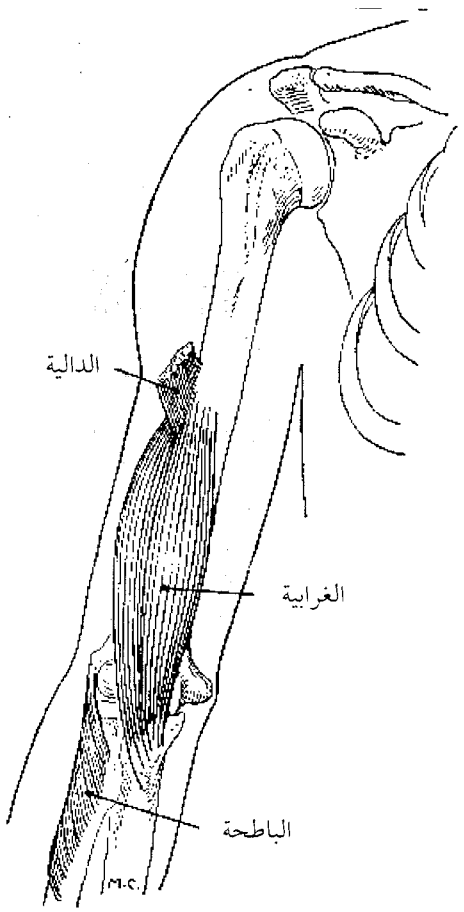
العضلة ذات الرأسين العضدية: وهى عضلة أساسية فى كل من مفصل المرفق والمفصل الزندى الكعبرى كما أنها تعمل على مفصل الكتف أيضا. وهى تعمل على قبض الساعد وكبه.

وقد أكدت دراسات النشاط الكهربى للعضلات مشاركة هذه العضلة فى حالات البطح أكثر منها فى حالات الكب فهى أكثر نشاطاً فى حالات البطح فى جميع الانقباضات سواء الثابتة أو المتحركة. ولكن فى معظم الأحيان يكون نشاط هذه العضلة أقل إذا كان وضع البداية هو وضع الكب وأثناء العمل ضد مقاومة. شكل (٢٤).



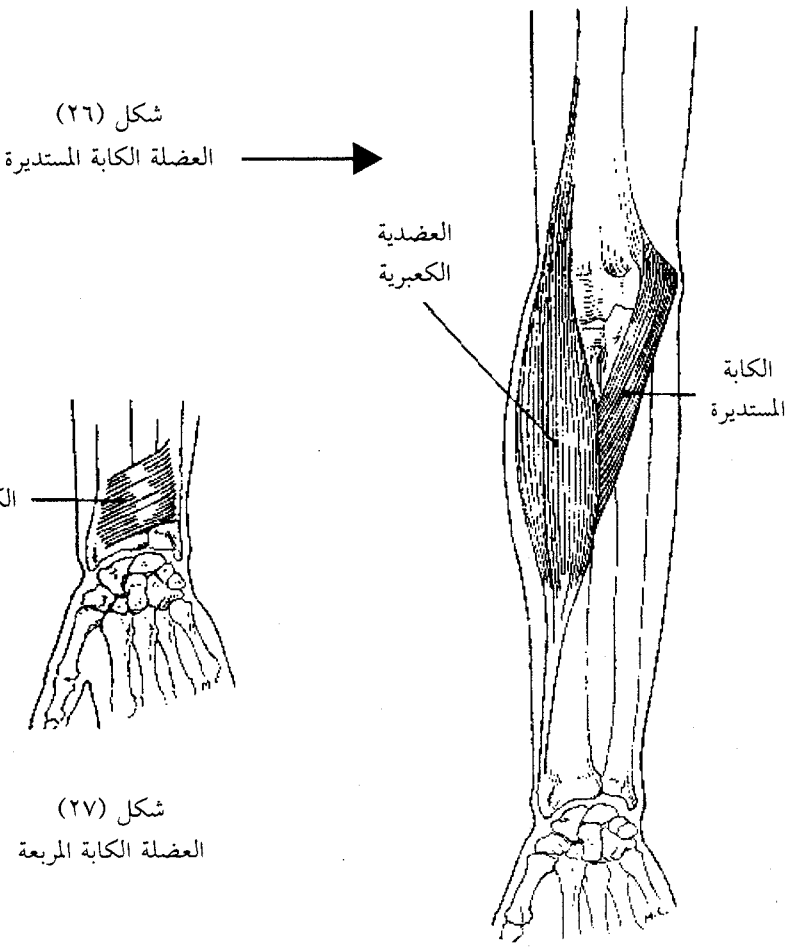
شكل (٢٤) قبض المرفق من وضع الكب والبطح فى المفصل الزندى الكعبرى

* **العضلة العضدية** : إن العمل الأساسى لهذه العضلة هو قبض المرفق حيث تقع فى طبقة غائرة أسفل العضلة ذات الرأسين العضدية التى تكسوها تقريبا، ويمكن حسها من الخارج مباشرة أسفل هذه العضلة، إذا ما تم الانقباض بنسبة كافية وخاصة إذا ما تم الاحتفاظ بوضع الساعد فى حالة كب عند قبضه.



شكل (٢٥)
العضلات العميقة
فى الجهة الأمامية
من الذراع

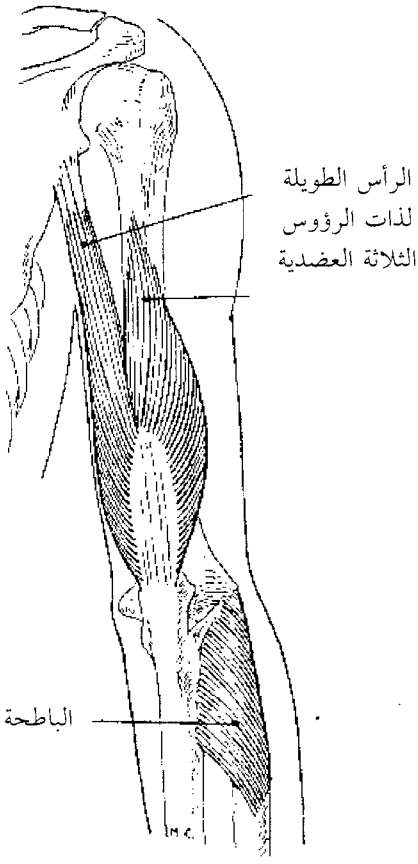
* **العضلة العضدية الكعبرية**: بالإضافة إلى دور هذه العضلة، فى قبض مفصل المرفق، حيث تعمل بقوة فى حالات الاقرب إلى الكب منه إلى البطح. فإن هذه العضلة تعمل على لف الساعد عند قبضه. إلا أن هذا التخصص فى العمل لم تؤكده دراسات النشاط الكهربى للعضلات، حيث وجد أن هذه العضلة لا تشارك فى الساعد حول محوره الطولى إلا إذا تم العمل ضد مقاومة ويؤكد باسماچيان Basmajian ١٩٧٩، أن هذه العضلة تظهر نشاطاً كبيراً فى الاعمال السريعة، وهى عضلة مميزة للاعب ألعاب المضرب، ويمكن حَسّها على الحافة الأمامية لعظام الكعبره عند النصف العلوى من الساعد. شكل (٢٥).



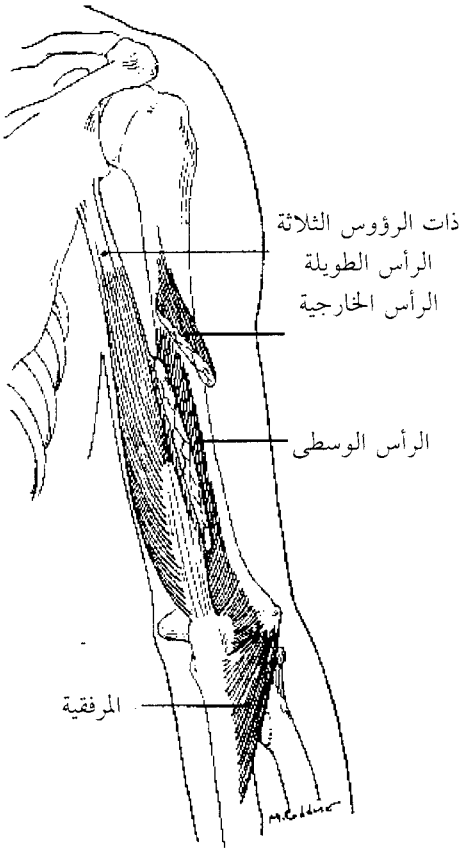
شكل (٢٧)
العضلة الكابة المربعة

* **العضلة الكابة المستديرة:** ويتضح من اسم العضلة أنها تعمل علي كب الساعد بصفة أساسية، هذا بالإضافة إلي مشاركتها في القبض عند العمل ضد مقاومة، ولا تؤثر زاوية (المرفق) في نشاط هذه العضلة فى حركة الكب. وهي من العضلات التي يصعب حَسّها.

* **العضلة الكابه المربعة:** وهذه العضلة تلعب دوراً أساسيا فى كب الساعد وقد أكدت دراسات النشاط الكهربى للعضلات أن نشاط هذه العضلة أعلى كثيراً من نشاط العضلة الكابة المستديرة فى كب الساعد بغض النظر عن سرعة الحركة وزاوية قبض المرفق، ويصعب أيضا حَسّها.



شكل (٢٨)
العضلات الباطحة للساعد والمدورة للعضد



شكل (٢٩)
عضلات الذراع منظر خلفى

* **العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية:** وهى فى حقيقتها عبارة عن ثلاث عضلات مندمجة فى عضلة واحدة، وتغطى هذه العضلة الجهة الخلفية من العضد ورأسها الطويلة تعتبر واحدة من ثلاثة عضلات تمر من على محور الكتف، وهى عضلة مادة للمرفق تعمل بقوة وذلك لسببين رئيسيين أولهم زيادة مساحة مقطعها وثانيهما زاوية الشد الخاصة بها، وهى تعتبر عضلة محركة سريعة، وبمقارنة الرؤوس الثلاثة لهذه العضلة يتضح أن الرأس القريبة من محور الجسم هى أكثر مسئولية عند مد المرفق بمعاونة الرأس الخارجية، وتشترك الرؤوس الثلاثة فى العمل ضد مقاومة وهى من أسهل العضلات التى يمكن حَسّها. شكل (٢٨ ، ٢٩).

* **العضلة المرفقية:** وتعمل هذه العضلة فى مد الساعد، وتعتبر عضلة بادئة للمد وساعده فى الاحتفاظ بوضع المد بالإضافة إلى عملها كمثبته للمفصل خلال الأعمال الأخرى، كما لاحظ باسماچيان Basmajian أنها تشارك بنسبة متوسطة فى حركات الكب والبطح، ويمكن حس هذه العضلة من خلف المرفق، فى الجهة الخارجية من النتوء المرفقى.

* **العضلة الباطحة:** على الرغم من أن هذه العضلة تعمل مع غيرها من العضلات إلا أنه يمكن اعتبارها عضلة باطحة للساعد تحت كل الظروف. وحس هذه العضلة غاية فى الصعوبة.

تحليل العمل العضلى فى الحركات الأساسية للساعد:

القبض: هناك ثلاثة عضلات أساسية تعمل على قبض مفصل المرفق، وهى العضلة العضدية والعضلة العضدية الكعبرية. والعضلة ذات الرأسين العضدية، وقد تعرضت العديد من الدراسات لهذا الموضوع لتحديد الأهمية النسبية لعمل كل عضلة من هذه العضلات الثلاث فى أوضاع متعددة (وضع الكب ـ الوضع الأوسط ـ وضع البطح) وباستخدام مقاومات أو بدونها، وبسرعة أوببطىء، ومع الجاذبية الأرضية أو ضدها، وهذا يعنى أنه قد تم تناول هذا الموضوع من وجهات متعددة.

وقد تم الاتفاق على أن العضلة العضدية تعمل بنشاط عالى فى القبض عندما تتحول الذراع من البطح إلى الكب، وفيما عدا ذلك فإن هناك اختلافات فى الآراء حول نتائج الدراسات التى تناولت تحليل العمل العضلى فى قبض المرفق، لكل من العضلات الثلاثة المشار إليها.

فقد لاحظ باسماچيان ولطيف Basmajian & Latif ١٩٥٧ ما يلى:

١ـ تقبض العضلة ذات الرأسين العضدية مفصل المرفق عندما يكون الساعد فى حالة بطح وتساعد فى قبض الساعد من وضع شبه الكب، وذلك عند العمل ضد مقاومة.

٢ـ تقبض العضلة العضدية الساعد تحت كل الظروف حيث تعتبر الحصان الأسود فى عمل مفصل المرفق.

٣ـ تعتبر العضلة العضدية الكعبرية من العضلات القابضة السريعة لمفصل المرفق فى جميع الأوضاع، هذا بالإضافة إلى مشاركتها فى الانقباض البطىء عندما يكون الساعد فى وضع الكب أو شبه الكب.

هذا بالإضافة إلى أن العضلة الكابة المستديرة تساعد فى القبض فقط فى حالة العمل ضد مقاومة، كما أن العضلات الثلاث تعمل معاً بأقصى درجات العمل عندما يكون الساعد فى وضع شبه الكب ويتم قبض المرفق ضد مقاومة.

وفى دراسة حول تأثير وضع عظام الساعد على قوة العضلات القابضة استنتج لارسون Larson ١٩٦٩ أنه خلال انقباض أقصى أيزومترى للعضلات القابضة لمفصل المرفق يحدث ما يلى:

١ـ تكون العضلة ذات الرأسين العضدية فى أقصى درجات نشاطها عندما يكون الساعد فى الوضع التشريحى وهو وضع البطح، ويقل هذا النشاط عندما يكون الساعد فى وضع كب.

٢ـ تعمل العضلة العضدية الكعبرية بأقصى درجات نشاطها عندما يكون الساعد فى وضع إما البطح أو شبه الكب ويقل هذا النشاط فى وضع الكب.

٣ـ لا يتأثر عمل العضلة الكابة المستديرة كعضلة قابضة بوضع الساعد سواء كان فى الكب أو شبه الكب أو البطح.

٤ـ تتعاظم القوة الثابتة التى تنتجها العضلات القابضة للمرفق خلال أقصى انقباض إرادى عندما يكون الساعد فى وضع البطح، أو شبه الكب وتقل هذه القوة فى وضع الكب.

وفى دراسة حديثة نسبياً لبويست Bouisset ١٩٧٥ أمكن تسجيل نشاط العضلات الثلاثة فى نفس الوقت، وذلك باستخدام جهاز قياس النشاط الكهربى للعضلات، وقد توصل إلى أنه خلال القبض الذى يحدث فى المستوى الافقى، مع وجود الساعد فى وضع شبه كب، توجد علاقة بين النشاط الكهربى والشغل الذى تبذله كل عضلة من هذه العضلات بغض النظر عن كل من السرعة أو مقدار المقاومة المستخدمة، كما ظهرت علاقة قوية بين نشاط العضلة ذات الرأسين العضدية والعضدية من ناحية وبين ذات الرأسين العضدية والعضدية الكعبرية من ناحية أخرى، مما يشير إلى الشغل المبذول من كل عضلة له نسبة ثابتة فى الشغل الميكانيكى النهائى بغض النظر عن سرعة الأداء أو تعدد المقاومة المستخدمة، وقد أطلق بوست على هذه العلاقة بمكافئات العضلات القابضة، وهذه النتائج تؤكد على أن العضلة العضدية لا يمكن اعتبارها عضلة رئيسية فى قبض المرفق.

المد أو البسط: عندما لا يكون نتيجة للجاذبية الأرضية، فإنه يتم عن طريق عمل العضلة ذات الثلاثة رؤوس العضدية المرفقية.

البطح: وهى حركة للساعد من خلال المفصلين الزنديين الكعبريين (البعيد والقريب) وهى تتم عن طريق عمل كل من العضلة الباطحة المستديرة والباطحة المربعة بحيث يدور كف اليد للخارج.

الكب: وهى حركة الساعد من خلال المفصلين الزنديين الكعبريين (البعيد والقريب) وهى تتم عن طريق العضلة الكابة وذات الرأسين العضدية.

الطرف السفلى

العلاقة بين مفصل الفخذ وحزام الحوض:

تتشابه علاقة مفصل الفخذ بحزام الحوض إلى حد كبير مع العلاقة بين مفصل الكتف وحزام الكتف، فقد يرجع هذا التشابه، إلى أن ميل أو دوران عظام اللوح لوضع الحفره العنابية فى موضع يسمح بحرية حركة العضد، يتشابه إلى حد كبير فى ميل أو دوران عظام الحوض لإتاحة الفرصة للحق الحرقفى لكى يميل أو يدور فى اتجاه حركة الفخذ.

أما عن أوجه الاختلاف فهى تتمثل فى إمكانية حركة الطرف العلوى على الجانبين دون التأثير على الجانب الآخر، فى حين أن حركة الحوض على أحد الجانبين غالباً ما تؤثر فى الجانب الآخر، فالحوض يتحرك كوحدة واحدة، هذا بالإضافة إلى أن حركة حزام الكتف تحدث من خلال حركة مفاصله (القصية الترقوية ـ الترقوية الاخرومية) فإن حركة حزام الحوض، تعتمد على الفقرات: العجزية القطنية Lumposacrol ومفاصل القطنية Lumpar ومفصل الفخذ، وعلى ذلك فإن تفسير حركة حزام الحوض يجب أن تنطلق من تفسير حركة العمود الفقرى ومفصل الفخذ.

مفصل الفخذ:

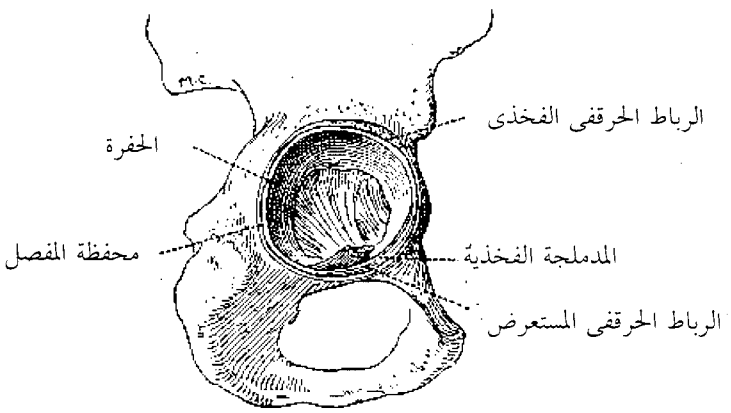
التركيب: يعتبر مفصل الفخذ نموذجاً جيداً لمفاصل الكره والحق، وهو يتكون من رأس عظمة العضد والحفرة الحرقفية العميقة المسماه بالحق الحرقفى والذى يتكون من عظام الحوض الثلاثة (العانة Pubis، الورك Ischium، الحرقفة Ilium)، وعادة ما تسمى بحدوة الحصان، مضافاً إليها حفره تعرف بالحفرة الحرقفية فى الجزء العلوى من الحق. ويغطى هذه الحق غضروف زلالى يكون سميك فى أعلاها وأقل سمكاً من أسفل. ويمتليء مركز الحق بكتلة من الأنسجة الدهنية التى يغطيها غشاء زلالى flat Rim على هيئة إطار مفلطح من الألياف العضروفية تتصل من الخارج للحق وهى تغطى الحق وتكون اسمك

حول محيطه. وهى بذلك تزيد من عمق الحق، هذا بالإضافة إلى زيادة السمك من أعلى ومن أسفل. وهى تساعد فى حماية الحق الحرقفى من أعلى ومن الخلف عند اصطدامها برأس عظمة الفخذ فى الحركات العنيفة.

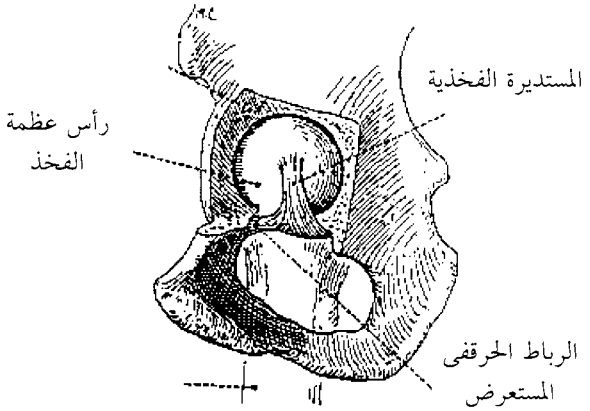
ويغطى رأس عظمة الفخذ تماماً غضروف زلالى باستثناء جزء صغير عند مركزها يعرف بحفرة الرأس ويزيد سمك هذا الغضروف فى الجهة العليا ويميل إلى النحافة من الجهة السفلية.

أربطة المفصل: يعتبر الرباط الحرقفى المستعرض من أقوى الأربطة المدعمة لهذا المفصل، حيث تلتحم شرائح هذا الرباط برأس عظمة الفخذ، حيث يعبر هذا الرباط الحفره الحرقفيه ليساهم فى استكمال الحلقة الحرقفية وتدعيمها.

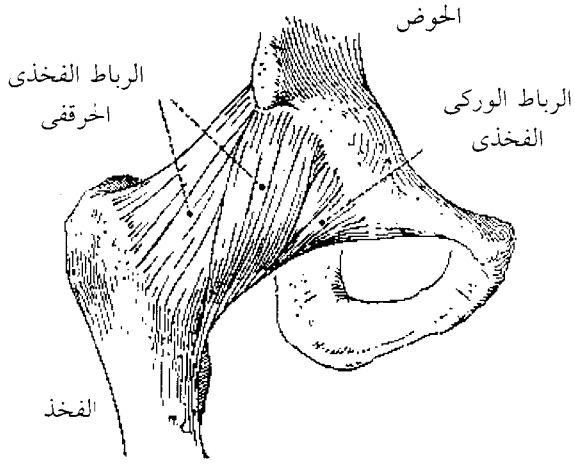
هذا بالإضافة إلى المدملجة الفخذية، وهو رباط مثلث يتصل من عند رأسه، بحفرة الرأس بالقرب من مركز رأس عظمة الفخذ، ويتصل من عند قاعدته بالرباط الحرقفى شكلى (٣٠ ، ٣١) ومن وظائف هذا الرباط، ربط رأس عظمة الفخذ فى الجزء السفلى من الحق الحرقفى، ليتحقق تدعيم داخلى لهذا المفصل.



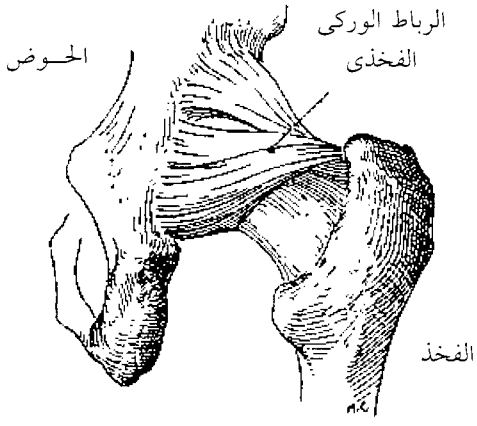
شكل (٣٠) الرباط الحرقفى الفخذى الأيمن



شكل (٣١)
مفصل الفخذ الأيمن
من الداخل



شكل (٣٢)
منظر أمامى لمفصل
الفخذ الأيمن



شكل (٣٣)
منظر خلفى لمفصل
الفخذ الأيمن

ويغطى المفصل من الخارج ثلاث أربطة، لعنق عظمة الفخذ، بحيث يخرج كل رباط من هذه الأربطة فى اتجاه واحدة من عظام الحوض الثلاثة والتى تتحد معاً لتكون الحق الحرقفى. شكلى (٣٢ ، ٣٣).

وكذلك الرباط الإلى الفخذى، ويسمى بالرباط على شكل حرف (Y) حيث أن موضع هذا الرباط يساعد فى السيطرة على المد وكل من لف الفخذ للخارج أو الداخل، ويتكون الرباط الفخذى العانى Pubofemoral من أربطة شريطية ضيقة من الجهة الأمامية الداخلية، ولأسفل قليلاً عن محفظة المفصل، وهى تعمل على منع التبعيد الزائد كما تساعد على السيطرة على المد واللف للخارج. والرباط الوركى الفخذى Ischiofemoral هو رباط قوى مثلث الشكل يأتى من الجهة الخلفية للمحفظه الليفية، وهو يعمل على تقييد الحركة فى اتجاه اللف الداخل، والتقريب من وضع القبض.

حركة عظام الفخذ فى مفصل الفخذ:

تتشابه إلى حد كبير حركات الفخذ مع حركات العضد. ولكنها قد تكون أقل حرية من حركات العضد، ويرجع السبب فى ذلك إلىَ عمق حفره التمفصل. وعند دوران حركة الفخذ، فإنه يجب فى البداية الأخذ فى الاعتبار بوضع الفخذ فى وضع الوقوف العادى، فإذا ما كانت ملاحظة الحركة من الأمام سوف نجد أن حافة الفخذ لا يتخذ الوضع العمودى، ولكنها تميل إلى حد ما فى اتجاه المحور الأوسط للجسم، ويؤدى هذا الوضع إلى اقتراب مركز مفصل الركبة لكى يكون تحت مركز مفصل الفخذ مباشرة، وبما أن المحور الميكانيكى لعظمة الفخذ، هو الخط الواصل بين مركز رأس عظمة الفخذ، ومركز مفصل الركبة يكون رأسياً تقريبا، فإن درجة ميل الفخذ تعتمد على زاوية جسم العظمة مع عنق رأس الفخذ وكذلك اتساع الحوض.

وعند ملاحظة الوضع من أحد الجانبين، نجد أن حافة الفخذ تتقوس إلى الأمام قليلا، وهذه الخصائص المميزة للفخذ، هى خصائص وجدت لأجل تحمل الضغوط الميكانيكية التى يتعرض لها الطرف السفلى فى المشى والجرى

والوثب ولكى تساعد فى تحقيق ثقل وزن الجسم من خلال الفخذ إلى الركبة بشكل جيد.

القبض: وهى الحركة الأمامية للفخذ على المستوى الفراغى السهمى، فى حالة مد الركبة، ويوقف هذه الحركة انقباض العضلات الخلفية (خلف الفخذ). وعند أداء حركة القبض بقوة يميل الحوض للخلف ليساعد فى استمرار حركة الفخذ أماماً عاليا.

المد: وهى العودة من وضع القبض.

المد الزائد: وهى الحركة الخلفية للفخذ، على المستوى الفراغى السهمى، وهذه الحركة محدودة وضيقة إلى حد كبير باستثناء حالات لاعبات الجمباز وراقصات الباليه، ويزيد احتمال اتساع مدى الحركة فى المد الزائد بلف الفخذ للخارج، وهذه الحالة لا تتوفر عند عدد كبير من الأفراد.

ويعتبر الرباط «الاليوينمورال» أمام المفصل هو العامل المحدد للمدى الحركى فى هذا الاتجاه، وميزة عمل هذا الرباط تتمثل فى تحقيق ثبات أعلى المفصل عند الوقوف على الرجلين معاً دون الحاجة إلى عمل عضلى قوى.

التبعيد: وهى الحركة الجانبية للفخذ على المستوى الفراغى العمودى، بحيث يتحرك الفخذ، بعيداً عن الخط الأوسط للجسم، ويزيد مدى هذه الحركة بزيادة لف الفخذ للخارج.

التقريب: وهى الحركة الجانبية للفخذ على المستوى الفراغى العمودى، فى اتجاه عكس التبعيد ويمكن أداء حركة التقريب الزائد، باستمرار حركة الفخذ من أمام رجل الارتكاز، وفى المد الزائد المبالغ فيه، يظهر ألم فى الرباط المدملج الفخذى.

اللف للخارج: وهى لف عظام الفخذ حول محورها الطولى، بحيث تدور الركبة للخارج.

اللف للداخل: وهى لف عظام الفخذ حول محورها الطولى بحيث تدور الركبة للداخل.

ويتأثر مدى الحركة للداخل وللخارج، بقوي اللف التى يتعرض لها الفخذ، حول محوره الطولى بحيث تدور احدى نهايات العظمة للداخل بالنسبة للأخرى.

القبض الأفقى: وهو الحركة الأمامية للفخذ فى وضع التبعيد، فى المستوى الأفقى ويصحب هذه الحركة خفض للف الفخذ للخارج.

التبعيد الأفقى: وهى حركة جانبية، للفخذ من وضع القبض فى المستوى الأفقى، وغالباً ما يصاحبها لف للخارج.

الدوران: وهى خليط من القبض، التبعيد، المد، والتقريب تتم فى تسلسل محدد فى كلا الاتجاهين.

وفى دراسة حول علاقة قوى اللف التى تؤثر فى الفخذ، بوضع القدم أثناء المشى، قام بها كران Crane ١٩٥٩، وجد أن وضع القدم للخارج يتم فى حدود (٦٠ـ٨٠ درجة) فى حين أنها محدودة ولا تزيد عن ٢٠ درجة فى وضعها للداخل.

وبمقارنة مجموعة من الأطفال تنحصر أعمارهم ما بين (٦ شهور ـ ٩ سنوات) ببيانات عن القياسات الطبيعية للبالغين فى حركة الفخذ وجد أن المجموعة التى تؤدى المشى بلف مشط القدم للخارج أثناء المشى قادرة على لف الفخذ للخارج فى حدود (٦٠ـ٨٠ درجة) ولكن هذه المجموعة يمكن أن تؤدى لف الفخذ للداخل فى حدود أقل من ٢٠ درجة فقط.

أما المجموعة التى تتميز بلف مشط القدم للداخل أثناء المشى فهى قادرة على لف الفخذ للخارج فى حدود (١٠ـ٢٠ درجة فقط) فى حين تستطيع لف الفخذ للداخل فى حدود (٦٠ـ٨٠ درج) وقد أظهرت صور الأشعة وجود لف غير طبيعى فى عظام الفخذ فى كلا المجموعتين.

وبمقارنة المجموعات بالبيانات التى أمكن الحصول عليها من أطفال أسوياء Fomral torsion وجد أن التفاف الفخذ فى هذه المجموعات يصل إلى ٣ـ٤ أضعاف ما هو عليه فى الأسوياء، خلال السنة الأولى من العمر، ثم تبدأ هذه الحالة فى التناقص تدريجياً.

وبمقارنة طفلين أحدهم فى سن ٧ سنوات تعود على الجلوس والركبتين متقاربتين مع تبعيد الكعبين وقلب القدم للداخل بطفل فى سن ٥ سنوات تعود الجلوس بتبعيد الركبتين وتقريب القدمين وقلبهم للخارج، وجد أن قدراتهم على لف الفخذ وكذلك درجة التفاف عظام الفخذ على النحو التالى:

المجموعة	لف للخارج	لف للداخل	درجة التفاف الفخذ
أ	٥ـ١٠ درجة	٧٥°	٥٠ـ٥٣°
ب	٨٠ درجة	١٠°	أقل من ١٠°

عضلات مفصل الفخذ:

يمكن تلخيص العضلات العاملة على مفصل الفخذ بناءاً على موضع هذه العضلات بالنسبة للمفصل، وتضم هذه اعضلات بعض من العضلات التى يطلق عليها عضلات ثنائية المفصل حيث تعمل على مفصل الركبة، وسوف تتناول عملها على مفصل الفخذ فقط فى هذا الجزء.

من الأمام

الحرقفية الكشحية	Iliopsoas
المشطية (المروحية)	Pectineus
المستقيمة الفخذية	Rectus femoris
الخياطية	Sartorius
الموتره (اللفافة العريضة الفخذية)	Tensor fasiae latae

من الداخل

المقربة	Adductor brevius
المقربة الطويلة	Adductror longus
المقربة الكبرى	Adductor magnus
الجميلة (الرقيقة)	gracilis

من الخلف

ذات الرأسين الفخذيه	Biceps femoris
النصف غشائيه	Semimcmbranosus
النصف وتريه	Semitendinosus
الاليويه الكبرى	gluteus maximus

من الخارج

الاليويه الوسطى	gluteus medius
الاليويه الصغرى	gluteus minimus

العضلة الحرقفية (الكشحية): وهى تعتبر أيضاً من ضمن عضلات العمود الفقرى، ونظراً إلى أن العضلة الحرقفية الكبرى والعضلة الحرقفية iliacus لها نفس الاندغام وتعملان كعضلة واحدة على مفصل الفخذ، فسوف تتعامل مع العضلتين عضلة واحدة. هى العضلة الحرقفية، وهى تعتبر من العضلات القابضة القوية للفخذ، وبناءاً على وضع الجسم فهى قابضة للفخذ أو قابضة للجذع فى اتجاه الفخذ، وخاصة عند أداء الحركة ضد مقاومة.

ويعتقد البعض أنها تساعد فى تثبيت مفصل الفخذ، فى وضع الوقوف، فى حين يرى البعض الآخر، غير ذلك، وقد أثبتت نتائج دراسة النشاط الكهربى التى قام بها باسماچيان (Basmagian ١٩٧٩) صحة وجهتى النظر.

وبالنسبة لتبعيد وتقريب الفخذ، فيرى (ستندلر Steiondler ١٩٧٠) أن لهذه العضلة دور محدود فى التقريب فى حين أكد كل من باسماچيان Basmajian وكلوز Close (١٩٧٩) مشاركتها فى التبعيد، خاصة عند الاقتراب من نهاية الحركة.

ولعله من المهم، النظر إلى الرسم التوضيحى، حيث يظهر المحور الميكانيكى لنظام الفخذ واتجاه شد هذه العضلة، ومن الشكل يتضح أن الألياف الوحيدة التى توجد فى وضع يسمح بالعمل فى التبعيد وهى الألياف

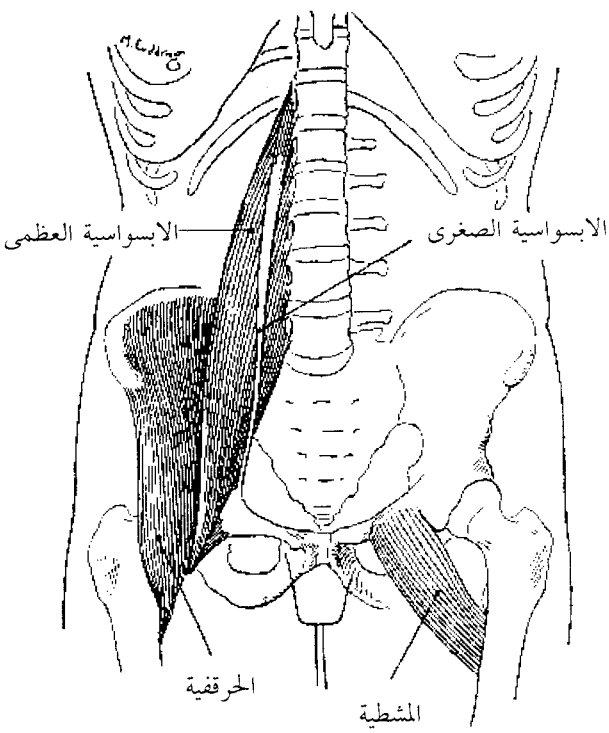
الخارجية من العضلة المرفقية الكبرى والحرقفية illiacus، والتى تنشأ من الحافة الأمامية السفلية من النتوء الحرقفى.

ومع استمرار التبعيد تشارك ألياف إضافية فى زيادة القوة المسئولة عنه.

ويصعب حس هذه العضلة، حيث يستحيل حس الجزء الحرقفى فى حين يمكن حس جزء من الكشحية الكبرى فى بعض الحالات، خاصة مع ارتخاء عضلات البطن. ويمكن استخدام أحد الأسلوبين التاليين:

* بالرقود على أحد الجانبين مع قبض الفخذ ضد مقاومة خفيفة دون قبض عضلات البطن الأربيه.

* بالرقود على الظهر، مع تقوس فى المنطقة أسفل الظهر قدر الإمكان ومن هذا الوضع يتم قبض أحد الفخذين دون قبض عضلات البطن، مع سند الحوض ومنعه من الحركة، حيث يمكن حس العضلة عن طريق الضغط على البطن. شكل (٣٤).



شكل (٣٤)
منظر أمامى يوضح مكان كل من العضلة الإبسواسية العظمى والصغرى والحرقفية والمشطية

العضلة المشطية (المروحية): وهى عضلة قصيرة وسميكة، شبه مربعة، موجودة للخارج ولأسفل بالنسبة للعضلة المقربة الطويلة وموازية لها تقريباً. وهى تعمل على قبض الفخذ، وتساعد فى التقريب عندما يكون الفخذ فى حالة قبض. ومازال هناك خلاف فى الرأى حول مشاركتها فى لف الفخذ للخارج.

ولهذه العضلة زاوية شد مناسبة فى العمل كعضلة قابضة، حيث تساعد هذه الزاوية بالإضافة إلى التركيب الخاص لهذه العضلة، فى التغلب على مقاومات كبيرة، ويمكن حس هذه العضلة، من أمام العانة وللخارج بالنسبة للعضلة المقربة الطويلة.

العضلة المستقيمة الفخذية: وتعمل هذه العضلة على قبض الفخذ، كما تعمل خلال كل من التبعيد واللف للخارج، وهى عضلة ذات تركيب ليفى ريشى ثنائى وتوجد على سطح الفخذ من الأمام، وتعمل هذه العضلة على مفصل الركبة بالإضافة إلى عملها على مفصل الفخذ، فهى تعمل على قبض الفخذ ومد الركبة ويصل نشاطها إلى أقصى درجاته عندما تعمل فى أداء مهمة واحدة، ولا يظهر نشاطها عندما يصاحب قبض الفخذ قبض للركبة.

وتعمل العضلة المستقيمة الفخذية كرباط أمامى قوى لمفصل الفخذ، بالإضافة إلى عملها عضلة قابضة، ويمكن حسها على السطح الأمامى للفخذ.

العضلة الخياطية: وهى أيضاً عضلة ثنائية المفصل فهى تعمل على كل من مفصلى الفخذ والركبة، وهذه العضلة هى إحدى العضلات القابضة للفخذ، كما تشارك فى التبعيد خاصة عند العمل ضد مقاومة، وفى اللف للخارج أثناء الجلوس، وهى عضلة طويلة اسطوانية الشكل، بميل لأسفل وللداخل، عبر المنطقة الأمامية للفخذ، وهى عضلة مسطحة تظهر بوضوح فى الأشخاص ذوى النمط الجسمانى النحيف والعضلى، ويمكن حسها ومشاهدتها بسهولة، شكل (٣٥).

العضلة الموترة «اللفافة العريضة الفخذية» : وتعمل هذه العضلة على قبض وتبعيد الفخذ، كما تعمل على لف الفخذ للداخل بنسبة بسيطة، وهى عضلة صغيرة، تقع أقرب ما يكون للأمام وللخارج قليلاً بالنسبة لمفصل

الفخذ، ويمكن حسها على مسافة (٥ـ٦سم) للأمام من الرأس إلى الرأس الكبير (النتوء الرضفى) للفخذ greater trochonter.

ونظراً إلى أنها تعمل على شد اللفافة الفخذية Fasia lata عن طريق أعلى وأسفل الحدبة الخارجية لعظام الساق فهى تساعد على مد مفصل الركبة.

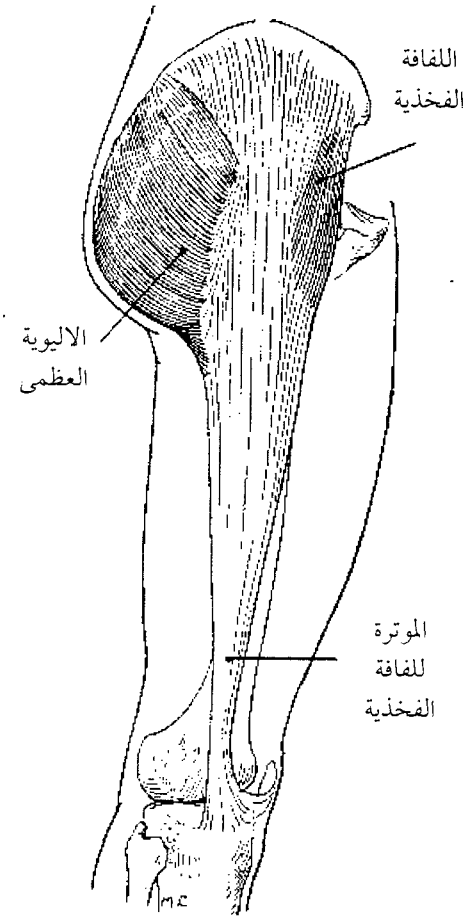
وبالمشاركة مع العضلة الاليويه الكبرى والتى تتحد أيضاً مع اللفافة الفخذية، فهى تساعد على ثبات مفصل الركبة فى وضع الوقوف، وعند تثبيت الطرف السفلى، تعمل هذه العضلة على كلا الجانبين على تثبيت الحوض والجزع مع الفخذ. شكلى (٣٥)، (٣٦).

عضلات الفخذ الخلفية المأبضية Hamstrnigs: وهى عضلات تعمل على مفصل الركبة أيضاً، وتتكون من ثلاثة عضلات هى ذات الرأسين الفخذية، والنصف غشائية والنصف وترية.

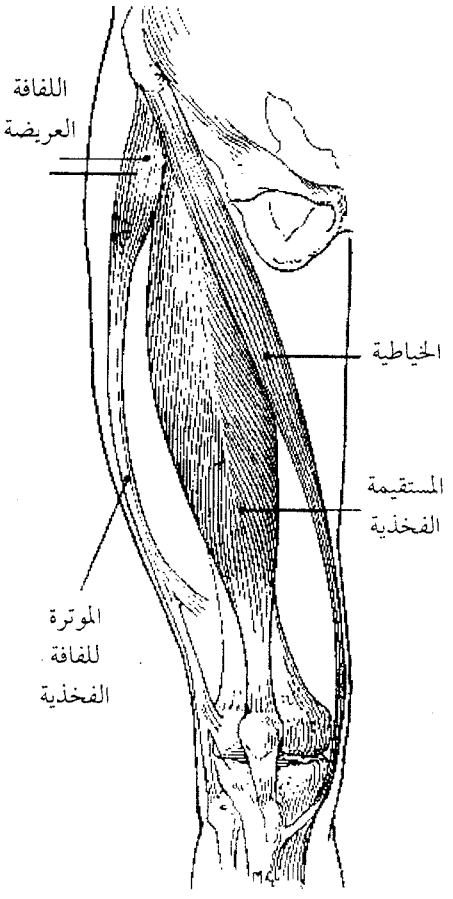
وتمتد هذه العضلات بين حدبة الورك من أعلى Tuberosity of ischium وحتى أسفل مفصل الركبه، حيث تندغم الأولى فى الجهة الخارجية للسطح الخلفى، من الركبة فى حين تندغم العضلتين الأخرتين فى الجهة الداخلية.

والعضلة المستقيمة الفخذية هى العضلة الخارجية من هذه المجموعة، حيث تعبر الرأس الطويلة لها فقط مفصل الفخذ، وعلى ذلك فالرأس القصير لهذه العضلة لا يشارك فى حركات مفصل الفخذ، ويمكن حس وتر الرأس الطويل لها على الجهة الخارجية الخلفية للركبة.

وبالمشاركة مع كل من العضلتين النصف والنصف غشائيه، تكون هذه العضلة الجزء الداخلى من مجموعة عضلات خلف الفخذ، حيث تقع العضلة النصف غشائية للأمام بالنسبة للعضلة النصف وترية، وتتميز بوتر أقصر نسبياً يصعب حسه، فى حين أن وتر العضلة النصف وترية يمكن حسه، من الجهة الداخلية للسطح الخلفى للركبة عندما تكون الركبة فى حالة قبض ضد مقاومة فى وضع الانبطاح، ولكن يجب عدم الخلط بين وتر هذه العضلة ووتر العضلة الجميلية (الرقيقة) الذى يوجد للأمام قليلاً.



شكل (٣٦)
منظر خلفى للعضلة الأمامية الاليويه العظمى



شكل (٣٥)
العضلات الأمامية للفخذ الأيمن

والعضلات الثلاثة مسئولة عن مد الفخذ، أما فى حالة الوقوف أو الجلوس الطويل فإنها تعمل على مد الجذع من القبض كوحدة واحدة، مع عدم الخلط بين عمل الفخذ وعمل العمود الفقرى فى حركة الجذع.

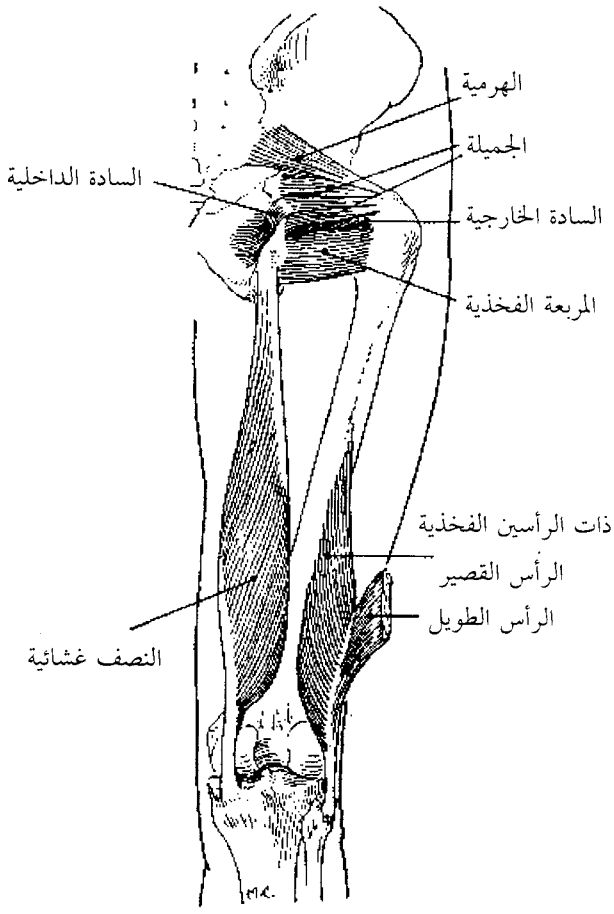
وتتأثر فعالية عمل الجزء الداخلى من هذه المجموعة فى مد الفخذ، بعمل مفصل الركبة، حيث يصل نشاط هذه العضلات إلى أقصى درجاته فى مد مفصل الفخذ، عند تثبيت أو قبض الركبة فى نفس الوقت. ولا يظهر عمل هذه المجموعة إذا ما تم مد كل من الفخذ والركبة معاً.

وقد أكد باسماچيان Basmajian ١٩٧٩ أن هذه العضلات الثلاثة، بالإضافة إلى دورها فى مد مفصل الفخذ، فهى تعمل على تثبيته، باستثناء وضع الوقوف، هذا بالإضافة إلى مشاركتهم فى تقريب الفخذ، من وضع التبعيد عند العمل ضد مقاومة، وكذلك فى المساعدة فى لف الفخذ، وهو فى حالة مد.

حيث تعمل الرأس الطويلة للعضلة ذات الرأسين الفخذية على لف الفخذ للخارج فى حين تلف المجموعة الداخلية الفخذ للداخل.

الاليويه الكبرى: وهى أكبر العضلات وآخرها من حيث السطح بالنسبة لعضلات الأرداف، وهى تعتبر من العضلات المادة لمفصل الفخذ القوية، كما أنها تعمل على لف الفخذ للخارج عندما يكون فى حالة مد، وتساعد الألياف السفلية منها فى عملية التقريب من وضع التبعيد خاصة فى العمل ضد مقاومة، كما تشارك الالياف العلوية منها فى التبعيد ضد مقاومة عالية، وقد يبدو للبعض أن هناك تضاد فى عمل مجموعات الياف هذه العضلة العلوية والسفلية، إلا أن دراسة علاقة هذه العضلة بمراكز الحركة فى مفصل الفخذ سوف توضح عدم وجود هذا التضاد حيث يوضح شكل (٣٧) أن ثلث العضلة يقع أعلى من مركز الحركة فى المفصل فى حين يقع الثلثين الآخرين أسفل مركز الحركة فى المفصل، ويؤدى هذا إلى وضع الالياف العلوية فى مكان يناسب وظيفتها فى عملية التبعيد فى حين تعمل الالياف السفلية، على التقريب، فى حين أن الالياف فى المنطقة الوسطى تكون أقرب ما يمكن بمركز الحركة فى المفصل وبالتالى تعمل الالياف السفلية على التقريب فى حين أن الالياف فى المنطقة الوسطى تكون أقرب ما يمكن من مركز الحركة فى المفصل وبالتالى فهى لا تعمل سواء فى التقريب أو التبعيد. ويمكن حس هذه العضلة بسهولة فى المنطقة الخلفية للأرداف.

وقد اخضعت العضلة الاليويه الكبرى إلى العديد من الدراسات التى تستخدم أجهزة قياس النشاط الكهربى للعضلات، وقد تأكد أن عمل هذه العضلة لا يظهر بوضوح فى الأعمال التى سبق الإشارة إليها وضد مقاومات

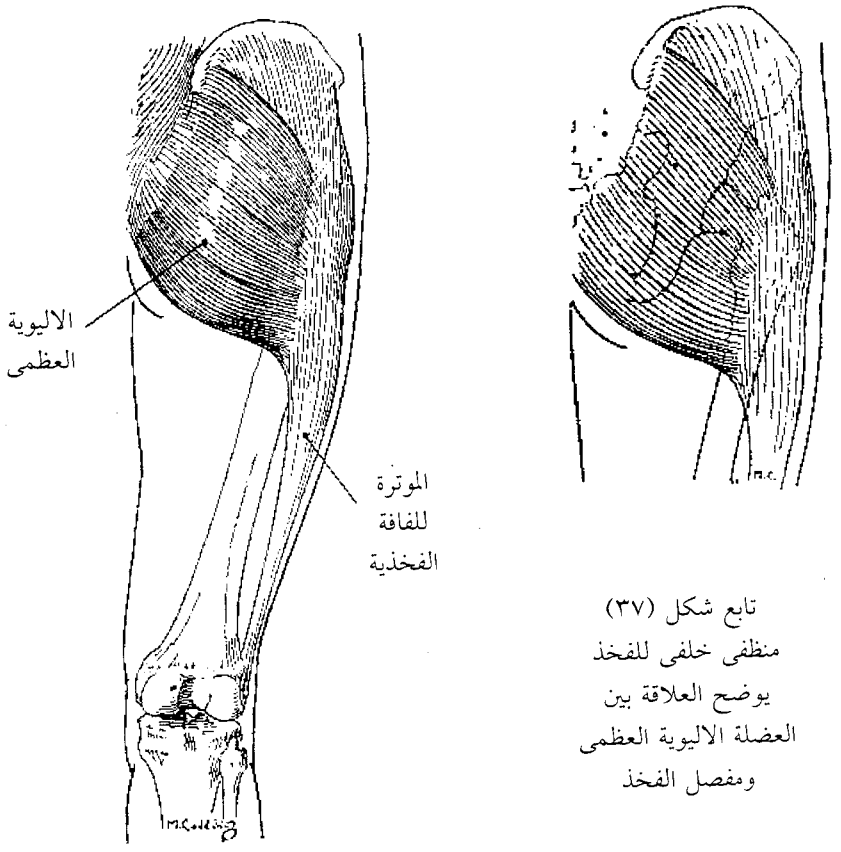


شكل (٣٧)
العضلات العميقة
للفخذ الأيمن

كما تظهر نشاطاً واضحاً فى بدايات الخطو فى المشى العادى والمشى السريع حيث أثار دوتشين Duchenne أن الشلل الكامل لهذه العضلة لا يؤثر فى المشى العادى.

كما أكدت بعض الدراسات على نشاط هذه العضلة فى صعود السلم أو المشى على طريق مائل وفى مد الفخذ ضد مقاومة، وفى تبعيد الفخذ، وبخاصة ضد مقاومات عالية، وفى لف الفخذ للخارج وفى تقريب الفخذ ضد مقاومة، عندما يكون فى وضع تبعيد.

كما أشارت دراسات محدودة إلى دور هذه العضلة فى الدراجات رغم أن هناك بعض الدراسات أشارت إلى عدم مشاركتها.



تابع شكل (٣٧)
منظفى خلفى للفخذ
يوضح العلاقة بين
العضلة الاليوية العظمى
ومفصل الفخذ

وكنتيجة للعديد من الدراسات التى اهتمت بقياس النشاط الكهربى لهذه العضلة بهدف وضع تدريبات لزيادة القوة العضلية فيها أمكن تحديد ما يلى:

المد الزائد للفخذ من وضع الوقوف ضد مقاومة. والمد الزائد المفاجىء للجذع من وضع الوقوف، أو الجلوس.

فعند الوقوف والقدمين متوازيتين، يمكن قبض هذه العضلة إرادياً عن طريق تقريب الأرداف مما يؤثر على الشكل العام للقوام، حيث يؤدى شد الفخذ إلى دوران خفيف للحوض لأسفل، ونظراً إلى أن احتكاك القدمين بالأرض يمنع دورانهما للخارج، فإن قوى اللف تنتقل من الفخذ إلى الجذع وفى نفس الوقت يؤدى شد العضلات إلى زيادة إنحناء المنطقة القطنية. وبالتالى فإن مثل هذا العمل يمكن أن يستخدم كتمرينات علاجية للقوام فى هذه المنطقة.

• العضلات الستة العميقة المدورة للخارج

وهى ستة عضلات:

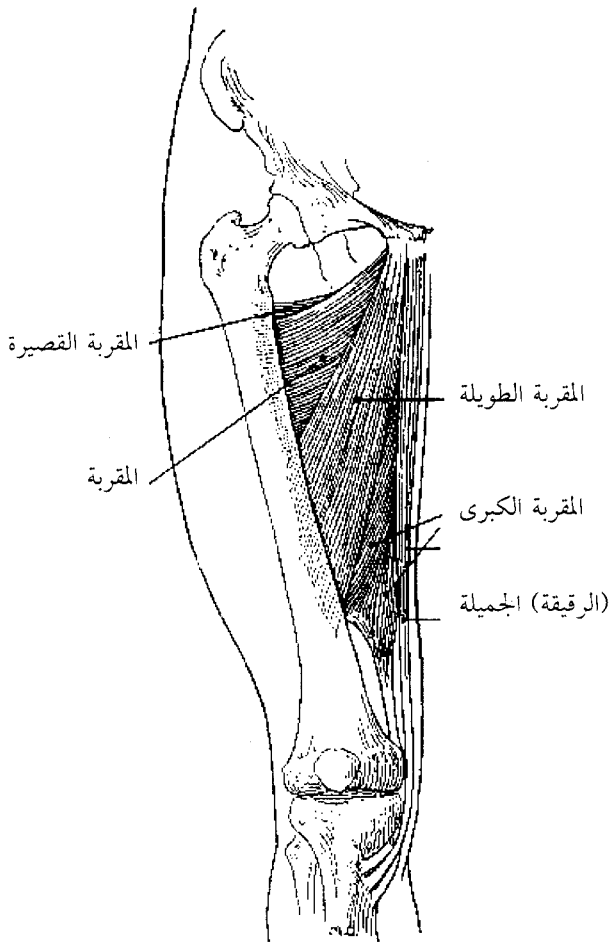
السادة الخارجية	Obturator externus
السادة الداخلية	Internus
العلوية والسفلية الرشيقة	gemellus
ذات الأربعة رؤوس الفخذية	quadratus femoris

الهرمية (المثلثة) piriformis

من شكل (٣٦) يتضح وجود هذه المجموعة من العضلات أسفل مفصل الفخذ، ومعظم عضلات هذه المجموعة تتجه أليافها أفقياً أو أقرب ما يكون إلى ذلك فى اتجاه جسم عظمة الفخذ، وتعتبر العضلة الهرمية أو المثلثة Pirifomis وهى أعلى هذه العضلات حيث تمر من أعلى المفصل فى حين أدنى هذه العضلات ذات الأربعة رؤوس الفخذية تكون أسفله قليلاً، وبعض العضلات لها وظائف ثانوية كالتقريب أو التبعيد ولكن هذه الوظائف لا يمكن مقارنتها باللف للخارج فهى موجودة أساساً لضبط وضع رأس عظمة الفخذ داخل الحق الحرقفى.

* **المقربة القصيرة**: وتقع هذه العضلة أعلى العضلة المقربة الطويلة وأليافها غالباً ما تكون أفقية عندما يكون الفخذ فى وضعه الطبيعى أو فى وضع الوقوف، وهى تعمل على تقريب ومساعدة القبض إلا أنه فى حالة قبض مفصل الفخذ، إلى مستوى معين فإن عملها يكون المد والتقريب ضد مقاومة كما أنها تعمل فى لف الفخذ للداخل. شكل (٣٨).

* **المقربة الطويلة**: وتعمل هذه العضلة على تقريب وقبض الفخذ، ورغم أنها تساعد فى القبض إلا أنه عند وصول قبض مفصل الفخذ إلى ٧٠ درجة فإنها تعمل على المد كنتيجة لوضع خط شدها بالنسبة لمحور الحركة فى المفصل، كما تعمل هذه العضلة فى التقريب الحر ولف الفخذ للداخل ويمكن حس هذه العضلة، أسفل الحافة الداخلية للنتوء الاربى.



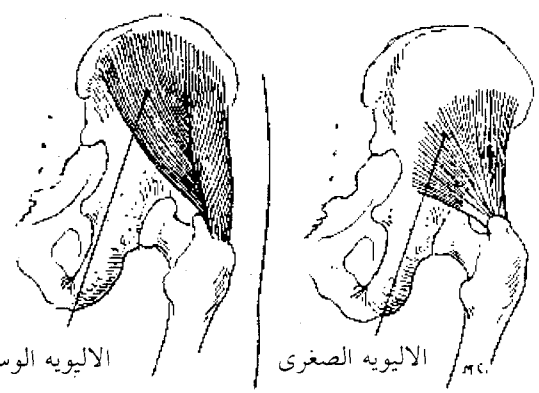
شكل (٣٨)
العضلات
المقربة
للفخذ

* **المقربة الكبرى** : وهذه العضلة تعمل على مد الفخذ وتقريبه، كما يعمل الجزء السفلى فيها على لف الفخذ للداخل، وقد لوحظ عدم مشاركة هذه العضلة فى التقريب الحر للفخذ أو مده حتى تؤدى الحركة ضد مقاومة وكغيرها من باقى العضلات المقربة فهى تعمل فى لف الفخذ للداخل، ويمكن حس هذه العضلة فى الحافة الداخلية للفخذ، والجزء العلوى منها والذى يتصل بعظام العانة ويرى البعض أنها عضلة مستقلة تسمى بالمقربه الصغرى.

* **العضلة الجميلة (الرقيقة)** وهى من عضلات الفخذ أيضاً، وهى تعمل على قبض وتقريب الفخذ، وهى عضلة اسطوانية الشكل ونظراً إلى أنها عضلة مقربة فقد يسميها البعض بالعضلة المقربة الرقيقة، وهى كغيرها من باقى العضلات العاملة على كل من الفخذ والركبة، حيث افادت دراسات النشاط الكهربى أنها تشارك فى قبض الفخذ فقط عندما تكون الركبة مفرودة وتعمل بنشاط مع بداية القبض، كما تساعد فى لف الفخذ للداخل.

* **الاليويه الوسطى**: وهى عضلة مبعدة للفخذ، كما تعمل أليافها الأمامية على لف الفخذ للداخل ويمكن حس هذه العضلة، على مسافة ٥ ـ ٦ سم من المدور الكبير للفخذ، وهى عضلة أساسية فى المشى وفى الوقوف بقوام جيد، وعند نقل الوزن من قدم لأخرى مثل عمل هذه العضلة بالإضافة إلى باقى العضلات المبعدة أهمية كبير فى تثبيت مفصل الفخذ، وإصابة هذه العضلة يؤدى إلى تغيير فى خصائص المشى الجيد حيث يؤدى عدم مشاركتها فى العمل إلى ميل الحوض، ويبدو ظاهراً أو بارزاً. شكل (٣٩)

* **الاليويه الصغرى**: وهى عضلة مبعدة للفخذ أيضاً بالإضافة إلى لفه للداخل، وهى تتشابه فى عملها مع العضلة الاليويه الوسطى، وتتخذ أليافها الترتيب الرئيسى حيث يعمل هذا الترتيب على أن يكون عملها الأساسى هو اللف للداخل والعمل الثانوى هو التبعيد وهو عكس ما تقوم به العضلة الاليويه الوسطى حيث عملها الأساسى وعملها الثانوى اللف للداخل. وتعمل هاتين العضلتين بدرجة عالية من التعاون، حيث تشارك كل منهما بعملها الأساسى مع العمل الثانوى للعضلة الأخرى.



شكل (٣٩)
العضلة
الإليويه
الوسطى
والصغرى

تحليل العمل العضلى فى الحركات الأساسية للفخذ :

* **القبض**: تعمل خلال النصف الأول من المدى الحركى للقبض كل من اللفافة العريضة الفخذية والعضلة المشطية، كما تشارك كل من العضلة الحرقفية الكشحية والمستقيمة الفخذية والخياطية، هذا بالإضافة إلى عمل كل من العضلة الجميلة (الرقيقة) والمقربة الطويلة، والمقربة القصيرة أثناء القبض فى أوضاع محددة.

* **المد**: تعتبر العضلات الثلاثة الخلفية (المأبضية) هى العضلات المادة الأساسية للفخذ، وتشارك الاليويه الكبرى فى المد عند العمل ضد مقاومة، كما تشارك العضلات المقربة الثلاثة فى المد ضد مقاومة وعندما يكون الفخذ فى حالة قبض قبل الوصول لوضع (٤٥ درجة).

* **التبعيد**: تشارك الاليويه الوسطى مع الصغرى فى التبعيد كعضلات أساسية، كما تشارك كل من الخياطية والمستقيمة الفخذية عندما يتم التبعيد ضد مقاومة، وكذلك الجزء العلوى من الالييه الكبرى خلال الجزء الأول من الحركة، كما تشارك اللفافة العريضة الفخذية فى التبعيد عندما يكون الفخذ فى حالة مد.

* **التقريب**: تعتبر العضلة المقربة الطويلة هى العضلة الأساسية فى التقريب، هذا بالإضافة إلى كل من المقربة القصيرة والمقربة المستديرة والجميلة (الرقيقة). وتعمل العضلة المشطية على تقريب الفخذ وهو فى حالة قبض، فى حين يعمل الثلث السفلى من العضلة الاليويه الكبرى فى المساعدة على التقريب عند العمل ضد مقاومة وكذلك الثلاثة عضلات الخلفية (المأبضية) عندما يكون الفخذ فى وضع تبعيد.

* **اللف للخارج:** وتتم هذه الحركة عن طريق عمل العضلات الستة الغائرة بالإضافة للعضلة ذات الرأسين الفخذية والاليويه الكبرى.

* **اللف للداخل:** حين تشارك فى اللف للداخل بصفة أساسية كل من الاليويه الوسطى والصغرى، بحيث تكون الاليويه الصغرى هى الأكثر فعالية

فى اللف، وتشارك أيضاً العضلة النصف غشائية والنصف وترية والجميلة (الرقيقة) والمقربة الطويلة. وتعمل الألياف السفلية من المقربة المستديرة على لف الفخذ للداخل عندما يكون فى وضع المد، ويرى البعض أن اللفافه العريضة الفخذية تشارك أيضاً فى هذا العمل إلا أن هذا الموضوع مازال موضع مناقشة.

* **القبض الأفقى**: من المنطقى أن تشارك فى هذا العمل العضلة المقربة الطويلة والقصيرة والعضلة الجميلة والرقيقة، والحرقفية الكشحية والمروحية (المشطية) والمستقيمة الفخذية والخياطيه واللفافه العريضة الفخذية مع ارتخاء فى العضلات المسئولة عن لف الفخذ للخارج، وبصفة عامة لم يتم حتى الآن تحليل هذه الحركة باستخدام جهاز قياس النشاط الكهربى للعضلات لتحديد مهام العضلات بشكل قاطع.

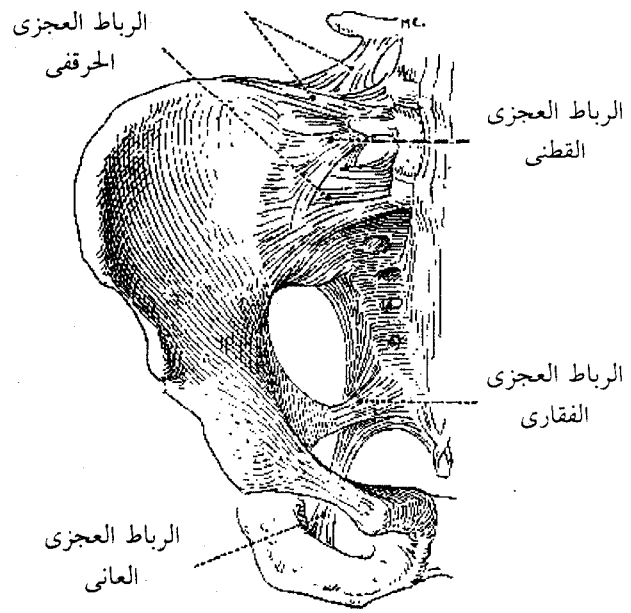
* **التبعيد الأفقى**: وتشارك فيه الاليويه الوسطى والصغرى والجزء العلوى من الاليويه الكبرى بالإضافة إلى العضلات الستة الغائرة المسئولة عن اللف للخارج.

حزام الحوض: يمثل الحوض الوصلة القوية التى تربط بين الطرف السفلى والجهاز الهيكلى المحورى، وكلا عظمتى الحوض والمعروفة بالعظام التى لا اسم لها، تتكون من ثلاثة عظام أساسية هى الحرقفة والورك والعانة وتتداخل هذه العظام الثلاثة فيما بينها وتلتئم عند سن البلوغ تقريباً، وتكون هاتين العظمتين معاً ما يسمى بحزام الحوض، وتتمفصل هاتين العظمتين من الخلف مع الفقرات العجزية عن طريق التمفصل المعروف بالتمفصل الحرقفى العجزى، وهذا التمفصل من الصعب تصنيفه ضمن المفاصل المعروفة فى التصنيف العام. حيث يتميز هذا التمفصل ببعض مميزات النوع الحر diarthrodial حيث توجد بعض التجاويف المفصلية فى أجزاء منه. ومثل هذا التمفصل لا يمكن ملاحظة حركته أو التحكم فيه إراديا، حيث أن الحركة فيه محدودة لا إرادية وهناك خلاف فى الرأى حول حدود هذه الحركة فبعض

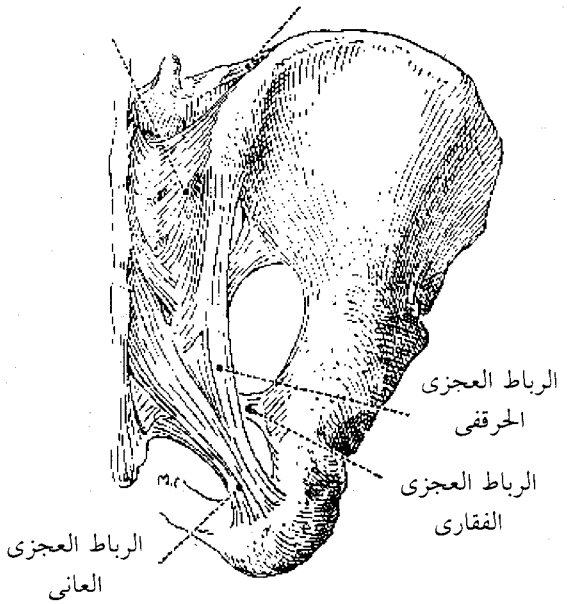
علماء التشريح يرون أن الحركة البسيطة فى هذه المنطقة هى عبارة عن امتصاص للصدمات التى يمكن أن تتعرض لها المنطقة، فى حين يرى البعض أنه لا توجد حركة على الإطلاق فى الظروف العادية، باستثناء ما يحدث عند الحمل فى السيدات وأثناء الولادة، حيث ترتخى الأربطة لتؤدى إلى زيادة اتساع هذه المنطقة.

وترتبط المنطقة العجزية على كلا الجانبين بالحرقفتين عن طريق عدد من الأربطة، الأمامية والخلفية والداخلية تسمى بالأربطة الحرقفية العجزية، ويوضح ذلك شكل (٤٠)، (٤١) هذا بالإضافة إلى أربطة مدعمة منها الأربطة الحرقفية القطنية، والعجزية (القطنية) والعجزية الفقارية علاوة على الجزء السفلى من العضلات الناصبة للعمود الفقرى.

ونظراً إلى هذا التدعيم القوى بين العجز وعظام الحوض، فإنه يمكن اعتبار مجموعة الفقرات العجزية جزءاً من حزام الحوض، ولأغراض التحليل لوظيفة هذا الجزء فإنه يمكن الموافقة على اعتباره جزءاً من حزام الحوض أكثر من اعتباره جزءاً من العمود الفقرى.



شكل (٤٠)
منظر أمامى لتمفصل عظام الحرقفة مع الفقرات العجزية وأربطتها



شكل (٤١)
منظر خلفى لتمفصل
عظام الحرقفة مع
الفقرات العجزية
وأربطتها

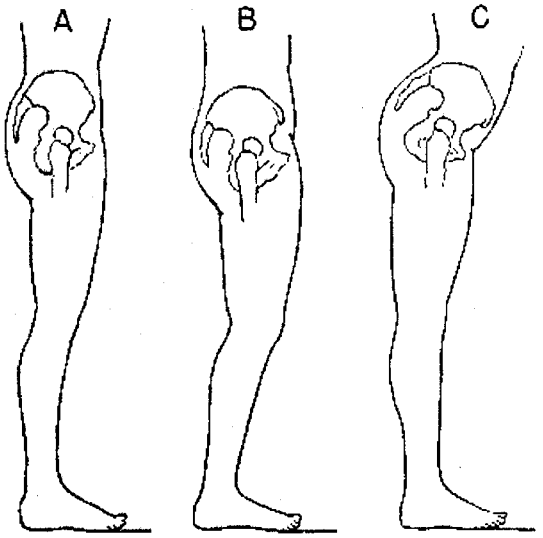
الحركات التى يسمح بها حزام الحوض:

تتحدد أوضاع عظام الحوض بناءاً على حركة كل من العمود الفقرى فى المنطقة القطنية ومفصل الفخذ، وحركة هذين الجزئين (المنطقة القطنية ـ ومفصل الفخذ) تسمح للحوض بالميل أماماً وخلفاً وعلى الجانبين والدوران أفقياً.

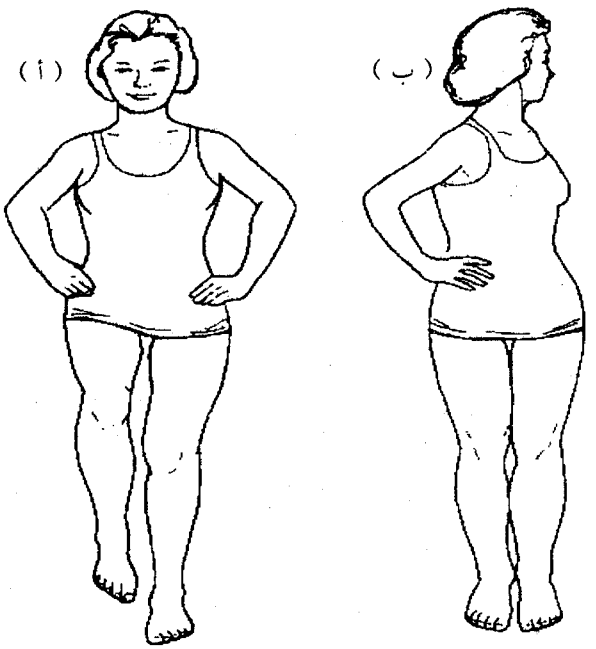
* **الميل للأمام:** وهو دوران الحوض فى المستوى الفراغى السهمى حول المحور الأفقى، بحيث يتحرك السطح الخلفى للعجز لأعلى وعظام العانة لأسفل شكل (٤٢).

* **الميل للخلف:** وهو دوران الحوض فى المستوى الفراغى السهمى حول المحور الأفقى، بحيث تتحرك عظام العانة للأمام ولأعلى ويتحرك السطح الخلفى للعجز لأسفل شكل (٤٢).

* **الميل للخارج:** وهو دوران الحوض فى المستوى الفراغى العمودى حول المحور السهمى، بحيث تتحرك إحدى عظمتى الحرقفه لأعلى والأخرى لأسفل، والميل للخارج يعبر عن حركة إحدى عظمتى الحرقفه لأسفل. وعلى



شكل (٤٢)
حركات الحوض (أ) وضع طبيعى (ب) لف خلفى زائد (جـ) لف أمامى زائد



شكل (٤٣)
حركات الحوض (أ) ميل للخارج جهة اليسار (ب) لف للخارج جهة اليسار

هذا الأساس فإن الميل جهة اليمين للخارج يعنى انخفاض مستوى الحرقفه اليمنى وارتفاع الحرقفه اليسرى. شكل (٤٣).

* **الدوران (اللف للخارج):** وهو دوران الحوض، فى المستوى الفراغى الأفقى حول المحور الرأسى. شكل (٤٣)

عضلات حزام الحوض:

إن جميع العضلات المتصلة بعظام الحوض، تعمل على تحريك أو التحكم فى حركة هذا الحزام، وكما هو متوقع فإن هذه العضلات تشمل كل من عضلات مفصل الفخذ، وعضلات المنطقة القطنية بالإضافة إلى العضلات العاملة على منطقة الاتصال بين الفقرات القطنية والعجز.

وتعتمد الحركة المركبة فى هذه المنطقة على حركة كل من العمود الفقرى ومفصل الفخذ وما إذا كانت حركة الحوض هى حركة أساسية أو مصاحبة.

والعضلات المسئولة عن حركة الحوض فى وضع الوقوف والقدمين متوازيتين ومتجهتين للأمام يمكن تحديدها على النحو التالى:

* **ميل الحوض للأمام:** العضلات القابضة للفخذ، والمادة القطنية العجزية الفقاريه.

* **ميل الحوض للخلف:** العضلات المادة للفخذ، والقابضة القطنية العجزية الفقارية.

* **الميل للخارج جهة اليمنى:** القابضة القطنية العجزية اليسرى، المبعدة للفخذ اليمنى والمقربة للفخذ اليسرى.

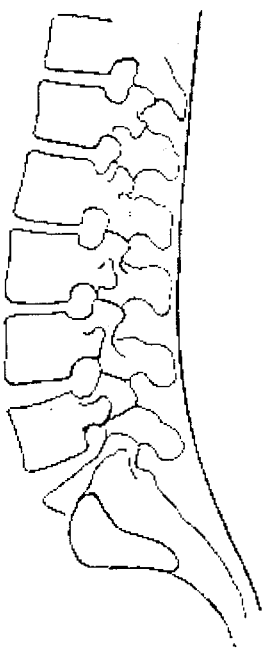
* **الدوران لليمين:** المدورة القطنية العجزية اليسرى، والمدورة للفخذ اليسرى للخارج والمدورة للفخذ اليمنى للداخل.

علاقة حزام الحوض بالجزع والطرف السفلى:

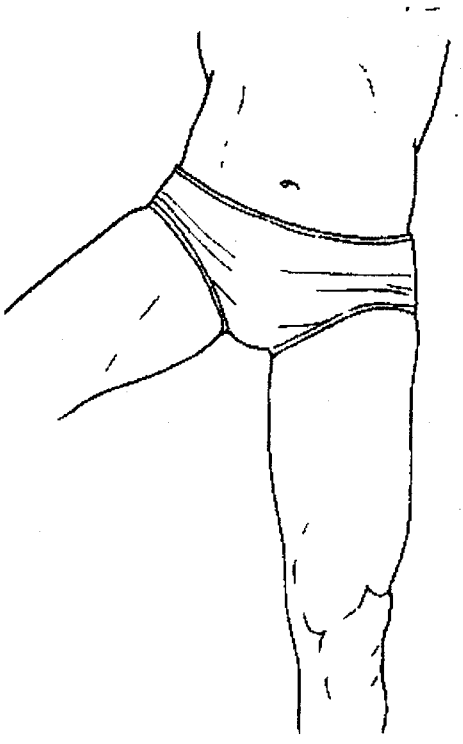
إن للحوض موقع استراتيجى بالنسبة لكل من الجزع والطرف السفلى، حيث أنه يمثل همزة الوصل بين الجزع وجزئى هذا الطرف، ففى الوقت الذى يشارك فيه حزام الحوض الحركة مع أى منهم أو كلاهم، فهو مسئول أيضاً عن ثبات هذه المنظومة ككل. ففى وضع الوقوف يتحمل حزام الحوض الضغط الناتج عن وزن الرأس والجزع والطرف العلوى، ويوزع هذا الضغط على كل من أجزاء الطرف السفلى بالتساوى، وعند الوقوف على إحدى

الرجلين، فعلى حزام الحوض تعديل وضعه وإعادة توزيع هذا الضغط على جزء واحد فقط من أجزاء الطرف السفلى وهو رجل الارتكاز ويتطلب ذلك دقة عالية فى إعادة توزيع الوزن وتحقيق التوازن.

ونظراً إلى أن حركة حزام الحوض تعتمد على حركة مفاصل الجزء السفلى من العمود الفقرى وكذلك مفصل الفخذ، فإنه من المنطقى أن ترتبط حركته بكل من حركات الجزع والطرف السفلى، وفى هذه الحالات تعتبر حركة الحوض حركة ثانوية بالنسبة لحركة الجزع أو الفخذين، وبناءً على ذلك فإنه يمكن اعتبار حركة الحوض حركة مصاحبة لواحدة من تصنيفات الحركة المميزة لكل من الجزع والفخذين، حيث يصعب ملاحظة حركة الحوض والسابق الإشارة إليها فى الشكل (٤٤) فى الأشخاص الذين يتميزون بامتلاء هذه المنطقة بطبقات من الدهن.



شكل (٤٤)
حركة المنطقة القطنية
والعجزية من
العمود الفقرى عن
حركة الحوض



شكل (٤٥) ميل الحوض للخارج كحركة تابعة لحركة تبعيد الفخذ

ويوضح شكل (٤٥) رسم تخطيطى مأخوذ من صورة أشعة، تظهر فيها حركة المنطقة القطنية والعجزية من العمود الفقرى، عند حركة الحوض. كما يظهر أن الميل الذى يحدث فى المنطقة العجزية يحكمه وضع هذه الفقرات، حيث تعتبر دراسة الحركة فى هذه المنطقة على درجة عالية من الأهمية بالنسبة لدراسة القوام الجيد.

• الحركات الأساسية للحوض والمصاحبة للعمود الفقرى والفخذ من وضع الوقوف

الحوض	العمود الفقرى	مفصل الفخذ
الميل للأمام	المد الزائد	قبض خفيف
الميل للخلف	قبض خفيف	مد كامل
ميل للخارج لجهة اليسار	قبض خفيف للخارج	تقريب خفيف جهة اليمين
الدوران جهة اليسار	جهة اليمين	وتبعيد خفيف جهة اليسار
بدون تحريك الرأس أو تغيير وضع القدمين	دوران جهة اليمين	لف للخارج خفيف جهة اليمين
		لف للداخل خفيف جهة اليسار

الحركات الثانوية للحوض نتيجة لحركة الجذع (العمود الفقرى)

العمود الفقرى	الحوض
القبض	الميل للخلف
المد الزائد	الميل للأمام
القبض للخارج (لليسار)	الميل جهة اليسار
الدوران جهة اليسار	الدوران جهة اليسار

الحركات الثانوية للحوض نتيجة لحركة الطرف السفلى

يتحرك الحوض كحركة ثانوية لزيادة مدى الحركات فى الطرف السفلى على النحو التالى:

- حركات الطرف السفلى معاً كما هو الحال فى المرجحات من التعلق.

ـ حركات التبادل بين الرجلين كما هو الحال فى المشى والجرى أو حركات الرجلين فى السباحة.

ـ حركات أحد الطرفين كما هو الحال فى الركل، أو رفع إحدى الرجلين للجانب كما فى الجمباز أو الباليه.

ففى حركات المرجحة بالرجلين معاً، يميل الحوض للخلف عند قبض الفخذين ويميل أماماً عند مرجحتهما خلفاً أو مع المد الزائد، أما فى الحركات المتبادلة فإنه عند الارتكاز على إحدى القدمين مع وجود القدم الأخرى خلفاً، يدور الحوض فى المستوى الفراغى العرضى (الأفقى) وحول المحور الرأسى، مما يؤدى إلى وضع الرجل الأمامية فى حالة لف خفيف للخارج، والرجل الخلفية فى حالة لف خفيف للداخل، أما عند حركة أحد الرجلين جانباً مع التبعيد يميل الحوض للخارج ويرتفع فى اتجاه الرجل الموضوعة فى وضع تبعيد، وينخفض على الجانب الآخر (رجل الارتكاز) كرد فعل طبيعى لميل الحوض، شكل (٤٥).

وفى كل من هذه الأوضاع، يعدل الحوض من وضعه ليساعد على زيادة مدى حركة الفخذ.

• الأسس العصبية العضلية لحركة الجسم البشرى:

يعتبر الجهاز العصبى من أعقد الأجهزة التى يحتويها جسم الإنسان، وتمثل دراسة دور هذا الجهاز فى الحركة أهمية بالغة لما توفره من معلومات تساعد فى فهم تفاصيل هذه الحركة.

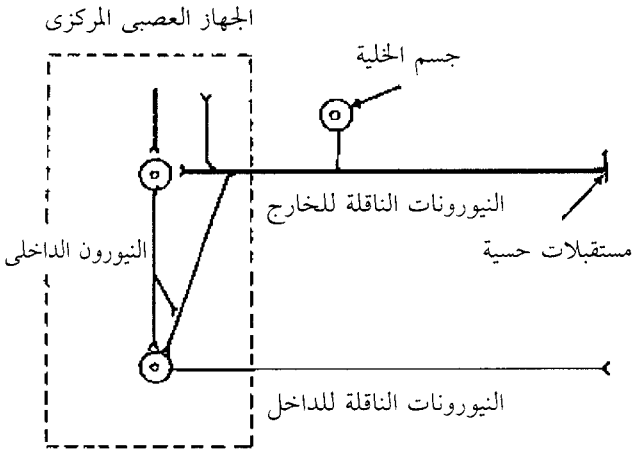
وسوف نتناول فى هذا الجزء من الكتاب بعض التطبيقات المرتبطة بأهمية فهم بعض التفاصيل العصبية العضلية ذات الصلة الوثيقة بالحركة.

ولكى نتناول بعض هذه الأسس، فإن الأمر يستوجب إيضاح بعض الخصائص التركيبية والوظيفية للوحدة الأساسية التى يتكون منها الجهاز العصبى.

فالوحدة الأساسية للجهاز العصبى تعرف بالخلية العصبية أو النيورونات، وعلى الرغم من أن تناول تركيب هذه الوحدة تفصيلاً قد تم منذ عشرات السنين إلا أن المعلومات المتوفرة مازالت محدودة إلى درجة كبيرة خاصة وأنها متعددة الوظائف، فقد تكون هذه المعلومات هى خلاصة دراسة عمل الخلية العصبية الواحدة ولكن عمل مجموعة من الخلايا العصبية مازال موضع دراسة تفصيلية، لذا سوف نحاول أن نتناول بعض المفردات الخاصة بالجهاز العصبى والمرتبطة بالمقام الأول بالتحكم فى الحركات.

فالجهاز العصبى يحتوى على نوعين فقط من الخلايا العصبية، وهى النيورون neuron والنيوروجليا neuroglia ، وتتميز النيورونات بأنها خلايا ذات شكل مميز ولها غشاء خارجى يسمى الاكسوليما axolemma ، ويتميز هذا الغشاء بالقدرة على توليد واستقبال الإشارات الكهربية كما أن له مواصفاته الخاصة جداً فى نقل المعلومات.

أما النيوروجليا فهى خلايا يعادل عددها تسعة أضعاف النيورونات، إلا أن المعلومات التركيبية والتطبيقية المتوفرة عنها محدودة للغاية، ويُعتقد أن لها علاقة باستعادة النيورونات لحالاتها الطبيعية من حيث التركيب والعمل الوظيفى بعد الإصابة كما أنها تعمل على حماية النيورونات (فارون Varon، سمجين Somjen ١٩٧٩، فارون Varon ١٩٨٧).



شكل (٤٦)
التصنيفات الثلاثة
للنيورونات

وعلى الرغم من الاختلافات المورفولوجية الواضحة بين النيورونات إلا أنه يمكن القول أن لهذه النيورونات وظائف ثلاث رئيسية هى:

* استقبال المعلومات (المدخلات).
* تقييم هذه المعلومات لتحديد وتوجيه المخرجات.
* إرسال المعلومات (المخرجات).

ولكل خلية عصبية (نيورون) تركيب ثابت، فهى تتكون من جسم الخلية Soma والأقطاب axons والقطنيات Dendrites أو الشجيرات أو التفريعات وتلعب الأقطاب الدور الأساسى فى الخاصية المعروفة بفرق الجهد الكهربى Action potential.

وتتجمع الخلايا العصبية المتشابهة لتكون المراكز العصبية داخل النخاع الشوكى والعقد العصبية خارجه، كما يجمع الخلايا العصبية نسيج ضام يكون الأعصاب الطرفية.

ويوضح شكل (٤٦) مسار الإشارة أو المعلومة فى النيورونات والتى تشمل انتقال الإشارة أو المعلومة فى اتجاه مركز العصب affernet وجسم النيورون نفسه وانتقال الإشارة أو المعلومة خارج النيورون. ويوضح الشكل مسار المعلومة من

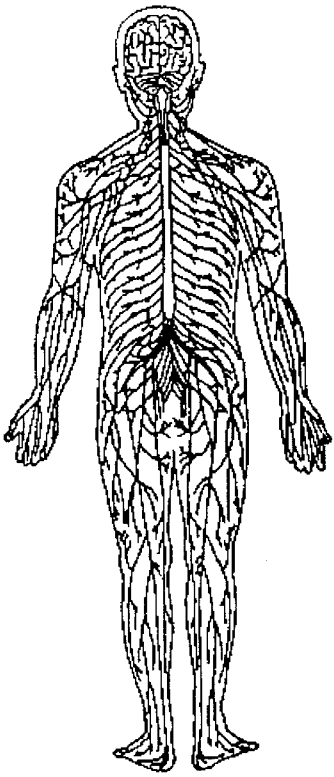
خارج الجهاز العصبى المركزى وإليه. فالناقلات نحو المركز تعتبر ناقلات حسية حيث تنقل المعلومات الحسية من البيئة المحيطة إلى الجهاز العصبى المركزى، وتعمل على مستوى موصفى ثم تنتشر بعد ذلك فى الجهاز العصبى المركزى، والحركات الانعكاسية البسيطة تعتبر نماذج لعمل هذه الناقلات.

وتدخل الإشارة أو المعلومة عن طريق الناقلات الخارجية إلى النخاع الشوكى وينتج عنها استجابة، أما جسم النيورون نفسه فيمثل ٩٩٪ من النيورون ككل وهو يمثل ذلك الجزء من الجهاز العصبى المركزى الذى يعمل على المواءمة بين المدخلات والمخرجات، ولهذا الجسم القدرة على إنتاج استجابات الاستثارة والكف والتأثير بها على نيورونات أخرى والتمييز بينها. وهذا التمييز يحدث داخل جسم النيورون بشكل مباشر، كما أنه قد يحدث بشكل غير مباشر حيث أنها تساعد على زيادة قدرة الاستثارة بين المدخلات والمخرجات، هذا بالإضافة إلى أن النيورون المسئول عن نقل الإشارة أو المعلومة إلى داخل المركز العصبى من الممكن أن يستقبل أى من مدخلات تأتى عن طريق أى جزء من أجزاء الجهاز العصبى المركزى كما أن جسم النيورون يمكن أن يعالج هذا التداخل.

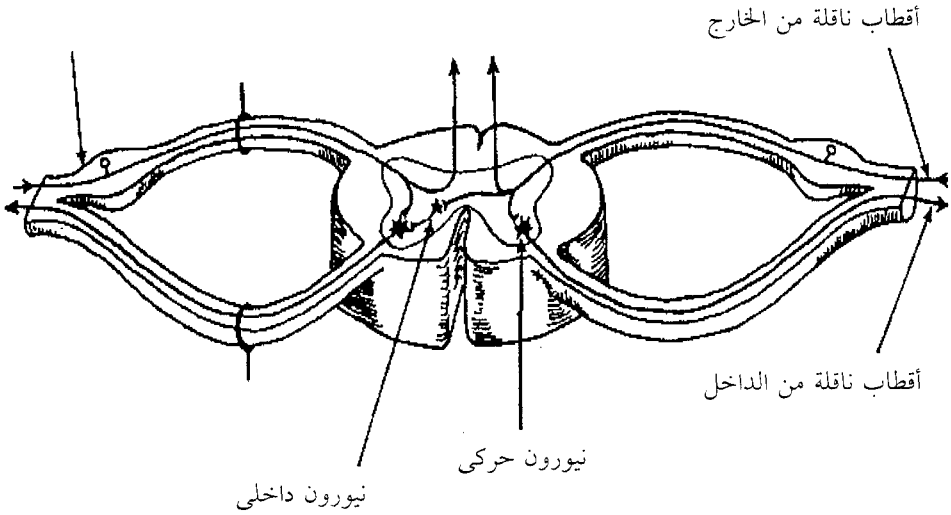
أما ناقلات المخرجات Effernet فهى تنقل الإشارات الخارجة من الجهاز العصبى المركزى إلى الجزء أو العضو المعنى، وفى مثل حالة دراستنا يكون هذا الجزء أو العضو المعنى عبارة عن العضلات الهيكلية.

وناقلات المخرجات التى تغذى العضلات تعرف بالنيورونات الحركية motor neurons وأجسام هذه النيورونات توجد فى المخ والمادة السنجابية فى النخاع الشوكى، وتعمل أقطابها (Axons) على استثارة النخاع وتتواجد على شكل حزم داخل الأعصاب الطرفية الخاصة بالعضلة.

وهناك ثلاثة وأربعون (٤٣) زوجاً من الأعصاب، منها (١٢ زوجاً خاصة بالرأس)، ٣١ زوجاً خاصة بالعمود الفقرى، تنطلق من الجهاز العصبى



شكل (٤٧)
الجهاز العصبى فى جسم
الإنسان حيث الجهاز
المركزى ويحوى المخ
والنخاع الشوكى والجهاز
الطرفى ويحوى الأعصاب
المتجهة لأجزاء الجسم
المختلفة.



شكل (٤٨) التنظيم الطرفى للنخاع الشوكى على مستوى كل فقرة من فقرات العمود الفقرى

المركزى نحو الجهاز العصبى الطرفى، كما يوضحها شكل (٤٧) حيث عادة ما يقترن النخاع الشوكى كبناء تركيبى بالعمود الفقرى، ويوضح شكل (٤٨) كل من الأقطاب الخاصة بالنيورونات الناقلة للخارج وكذلك أقطاب النيورونات الناقلة للداخل واتصالها بالنخاع الشوكى عن طريق ما يعرف بالجذور البطنية والظهرية.

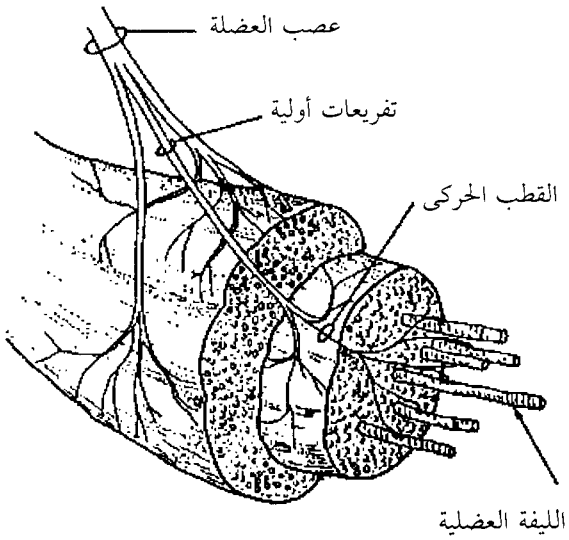
وتتميز النيورونات الحركية بأن مساحة مقطعها كبير نسبياً وتتجه مباشرة من النخاع الشوكى إلى العضلات، ويوجد جسم النيورونات الحركية داخل التجويف القرنى البطنى للنخاع الشوكى. وعلى العكس من النيورونات الحركية التى تغذى العضلات الهيكلية، فإن هناك نيورونات ناقلة للخارج تتصل بعضلة القلب والعضلات اللا إرادية والغدد. وتعمل هذه النيورونات على التحكم فى عمل هذه الأجهزة وتمثل الجهاز العصبى الأوتونومى، ويتحدد عملها فى التحكم فى الوظائف الفسيولوجية كضغط الدم مثلاً وامتصاص المواد الغذائية ودرجة حرارة الجسم... الخ.. فمعظم هذه الوظائف يتم التحكم فيها أوتوماتيكياً.

وينقسم الجهاز العصبى الأوتونومى من الناحية التشريحية والوظيفية إلى قسمين رئيسيين هما الجهاز العصبى السيمبثاوى والباراسيمبثاوى.

وعند خروج أقطاب النيورونات الحركية فى النخاع الشوكى من خلال الجذور البطنية فإنها تكون الأعصاب الطرفية والتى تحتوى على كل من أقطاب ناقلة من الخارج والجهاز العصبى الأوتونومى وعندما يصل العصب إلى العضلة، فإنه يتفرع مبدئياً إلى تفريعات عصبية أولية ثم تفريعات ثانوية حتى يتصل كل قطب بليفة عضلية شكل (٤٩).

والاتصال بين الليفة العضلية والقطب Synapse يعرف بالنهايات الرقائقية الحركية، أو الوصلة العصبية العضلية.

وفرق الجهد الكهربى الذى يتولد فى النيورونات الحركية ينتقل عن طريق ما يسمى بالشقوق الموجودة على غشاء الأقطاب عن طريق عملية كهربية



شكل (٤٩)
تفريعات عصب
العضلة إلى مستوى
أقطاب منفردة تغذى
الليفة العضلية حيث أن
التفريعة الأولية من
الممكن أن تغذى أكثر
من ليفة عضلية

كيميائية تتحول من خلالها الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية على هيئة إرسال عصبى كهربى (ومضات).

ومن خلال التباين بين عمل تحولات الطاقة بين كهربية وكيميائية على أغشية الأقطاب، تظهر عملية التحكم فى عمل العضلات بين الاستثارة والكف.

المستقبلات الحسية: Sensory Receptor

إن الوظيفة الأساسية للمستقبلات الحسية فى عمل الجهاز الحركى، هى إمداد هذا الجهاز بالمعلومات الكافية عن حالته وعن الظروف البيئية المحيطة، وهذا النوع من المعلومات يتدفق من خلال تلك المستقبلات ليصل إلى الجهاز العصبى المركزى، ويطلق عليه البعض بالتغذية المرتدة أو الراجعة، وكقاعدة عامة فى مجال الأنظمة سواء فى الهندسة أو فى البيولوجيا، يمكن القول أنه كلما زاد تعقيد النظام كلما تطلب ذلك قدراً أكبر من المعلومات الواردة من وإلى النظام للمحافظة على توازنه فى عمله.

وكما هو معروف فإن الجهاز الحركى من الإنسان من الأجهزة ذات القدرة الفائقة على المناورة فى العمل بمعنى القدرة العالية على أداء أشكال متنوعة ومتباينة من الحركات والتى بالضرورة تحتاج إلى تغذية مرتدة أو راجعة عالية للتحكم فيها، لذا فإن عدد النيورونات الناقلة للداخل يصل إلى أضعاف العدد فى حالة النيورونات الناقلة للخارج عند استثارة العضلة للعمل.

وتعمل المستقبلات الحسية على تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى من خلال عملية تعرف بتحول الطاقة، فكما هو معروف أن الطاقة يمكن أن تتواجد فى عدة صور كالضوء، والضغط، والحرارة والصوت، إلا أن ناتج الطاقة الصادر عن المستقبلات الحسية هو عبارة عن طاقة كهروكيميائية، وهو ما يعرف بالدفع الكهربى الذاتى، وهذا الدفع الكهربى الذاتى يتم استقباله مركزياً عن طريق الجهاز العصبى المركزى كمعلومات ذات أهمية كبيرة فى تعرف هذا الجهاز على حالة الجهاز الحركى.

ويحتوى جسم الإنسان على أنواع متعددة من المستقبلات الحسية، ويمكن التمييز بينها من حيث المكان، بالمستقبلات الخارجية والمستقبلات الداخلية والمستقبلات الذاتية ومن حيث الوظيفة بالمستقبلات الميكانيكية، والمستقبلات الحرارية، ومستقبلات الصورة، والمستقبلات الكيميائية، ومستقبلات الألم، ومن حيث الشكل بالنهايات العصبية الحرة، والنهايات الكبسولية.

ولكى يتم التحكم فى الحركة فإن المفصل الواحد يحتاج إلى نوعين على الأقل من المعلومات، فمن المطلوب معرفة أين ومتى يمكن أن يؤدى أى شىء خارجى إلى خلل فى هذه الحركة، وهذه المعلومات يمكن الحصول عليها عن طريق المستقبلات الذاتية، والتى تعمل على ضبط الاستثارة الناتجة عن حركة المفصل، هذا بالإضافة إلى المستقبلات الخارجية، والتى تعمل على ضبط الاستثارة الخارجية، ومن خلال هذين النوعين من المعلومات يمكن القول أن المفصل يصبح قادراً على التمييز بين الاستثارة المتولدة عن المفصل نفسه أو عن البيئة المحيطة.

وتشمل المستقبلات الذاتية، كل من المغازل العضلية ومستقبلات أوتار العضلات، ومستقبلات المفصل، أما المستقبلات الخارجية فتشمل العين، والأذن، والجلد، والتى تستجيب للحرارة والألم واللمس.

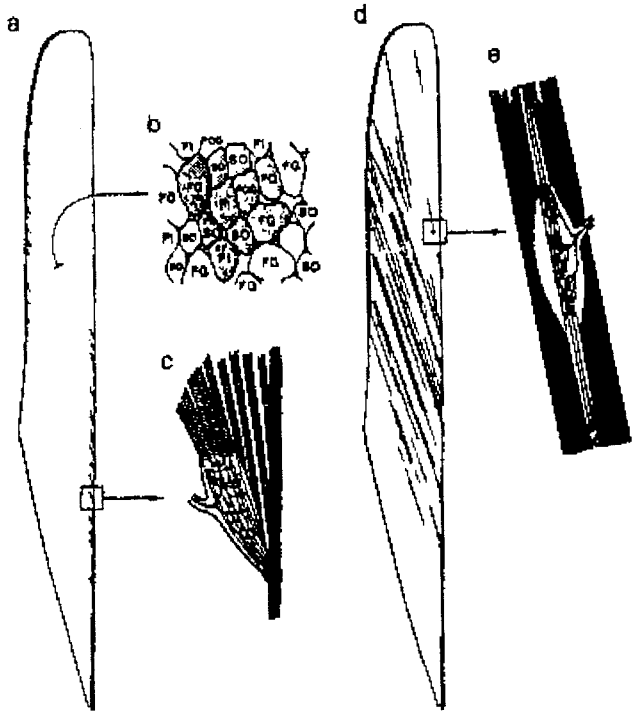
المغازل العضلية:

تحتوى العضلات الهيكلية على أعداد متفاوتة من المغازل العضلية حيث تصل من ٦ إلى ١٣٠٠ فى العضلة الواحدة، وتتواجد فى توزيع خاص مختلف من عضلة إلى أخرى، وتتخذ المغازل الشكل المغزلى المعروف وتسير فى خطوط موازية للألياف العضلية، كما هو موضح فى شكل (٥٠)، وعلى الرغم من أن هذه المغازل العضلية تعتبر من المستقبلات الحسية المعقدة التركيب، إلا أنها تعتبر صورة مصغرة من الليفة العضلية، فهى تعادل ١٢/٢ من حجم الليفة ويغلفها محفظة من النسيج الضام كما هو موضح فى شكل (٥١).

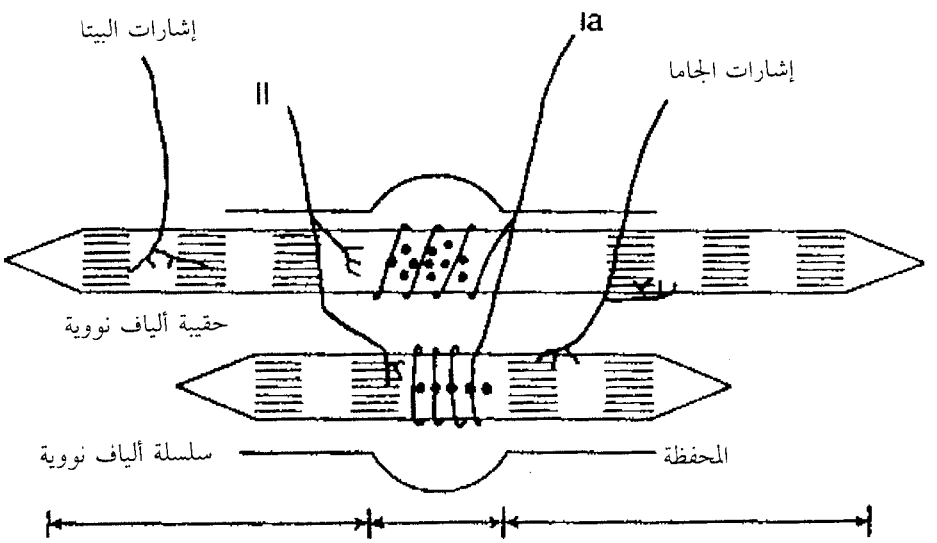
ويؤدى اتحاد المغازل العضلية بألياف العضلات إلى تصنيف الألياف إلى نوعين أحدهما داخل المغزل والآخر خارجه، فالألياف خارج المغزل تنتج ما يعادل ٣٦ ضعف القوة التى تنتجها الألياف داخل المغزل.

وهناك نوعين من الألياف المعروفة بألياف داخل المغزل العضلى، وهما مختلفان من حيث توزيع النواة فى كل منهما، فنواة الألياف ذات الترتيب الحلقى تتصل فيما بينها على هيئة سلسلة، فى حين أنها فى النوع الآخر والمعروف بألياف الحقيبة النووية تتخذ شكل التجمعات وتكون أطول، وتمتد نهايتيها خارج المحفظة.

وتغذى المغازل العضلية الجهاز العصبى المركزى بالعديد من المعلومات عن طول العضلة ومدى ما تتعرض له من شد، ونظراً إلى أن هذه المغازل توجد متوازية مع ألياف العضلة، فإن هناك أسلوبين لاستثارة المستقبلات الحسية، يرتبطان بطول العضلة.



شكل (٥٠) توزيعات المغازل العضلية وأعضاء الأوتار فى إحدى العضلات



شكل (٥١) رسم تخطيطى للمغزل العضلى

أول هذين الأسلوبين، يتم عن طريق النيورونات الحركية المعروفة بنيورونات جاما وبيتا مما يؤدى إلى انقباض الألياف العضلية داخل المغازل، أما الأسلوب الثانى لاستثارة المغازل العضلية فهو عن طريق الإطالة القصرية للعضلة.

أعضاء أوتار العضلات:

وعلى العكس من المغازل العضلية تعتبر أوتار العضلات من المستقبلات الحسية البسيطة التركيب فهى تحتوى على وصلة منفردة من أقطاب ناقلة من الخارج affernet ولا يوجد بها وصلة أقطاب ناقلة من الداخل effernet ، كما أن بعضاً منها فقط يوجد فى وتر العضلة، والبعض الآخر يوجد فى أماكن اتصال أوتار العضلات بالعظام وحول الألياف العضلية خارج المغازل، لذا فإنه يمكن اعتبار أعضاء أوتار العضلات جزءاً من العضلات، ومن المعتقد أن كل عضو من أعضاء أوتار العضلات يحتوى على عشرة ألياف عضلية ويغذى كل ليفة من هذه الألياف بعدد مختلف من النيورونات ألفا، والنيورون afferent الناقل من الخارج المصاحب لأعضاء الأوتار هو من النوع المعروف بـ Ib كما هو موضح فى الجدول (٣).

وعندما يتم إطالة العضلة ونسيجها الضام، سواء كان عن طريق شدها قصرياً أو إطالتها إيجابياً فإن الوصلات الكلاجينية تستثير النيورونات afferent الناقل من الخارج من المجموعة (ib).

ونظراً إلى أن إثارة أعضاء الوتر تتم بهذا الأسلوب، فإنه يعتبر مؤثراً للقوة العضلية، فالقوة المطلوبة لاستثارة أعضاء الوتر تعتمد على أسلوب الاستثارة، فالإطالة القصرية تحتاج إلى قوة مقدارها ٢ نيوتن تقريباً.

مستقبلات المفاصل:

يمكن اعتبار مستقبلات المفاصل حالها حال المغازل العضلية وأعضاء أوتار العضلات من المستقبلات الميكانيكية، كتصنيف وظيفى، وجميعها تعمل على إمداد الجهاز العصبى المركزى بالمعلومات المطلوبة عن حركة المفصل، وتختلف

هذه المستقبلات باختلاف موضعها (داخل كبسولة المفصل - فى الأربطة - فى النسيج الضام الحر بالمفصل).

وتظهر أهمية عمل هذه المستقبلات فى حالات إصابات المفاصل وتأثيرها على عمل العضلات المتصلة بها، فإصابة مفصل الركبة على سبيل المثال وتورم المفصل عن طريق ما يسمى برشح الركبة يقلل بشكل ملحوظ من إمكانية استثارة العضلات وخاصة العضلات ذات الأربعة رؤوس الفخذية للانقباض حيث يؤثر مقدار الرشح على قوة الانقباض بنسبة تصل إلى (٣٠٪- ٩٠٪).

وتكرار مشاكل رشح الركبة تؤدى فى معظم الأحيان إلى ضعف أو ضمور العضلة ذات الأربعة رؤوس الفخذية بشكل ملحوظ.

مستقبلات الجلد الميكانيكية:

وعلى العكس من الأنواع الثلاثة من المستقبلات التى تم تناولها، فإن مستقبلات الجلد الميكانيكية تمد الجسم بالمعلومات عن البيئة الخارجية، فهذه المستقبلات فى كل من اليدين والقدمين لها أهمية كبيرة فى كيفية التعامل مع البيئة الخارجية، وبالإضافة إلى هذه المستقبلات فإن الجلد يحتوى على مستقبلات حسية للحرارة ومستقبلات الألم والتى من الممكن أن تؤثر أيضاً على وظيفة أى مفصل.

ونظراً إلى التعقيد البالغ الذى احتواه جسم الإنسان، فإن ما تناولناه من معلومات عن الجهاز الحركى، يعتبر معلومات أولية يؤدى فهمها إلى مزيد من المعرفة عن هذا الكائن التى تجلت فى تركيبه قدرة الخالق وإبداعاته. وأن ما تناولناه من معلومات ليس إلا صورة مبسطة عما يحتويه جسم هذا الكائن من أجهزة متناهية الدقة، وإن كنا قد ناقشنا أى موضوع من منطلق حركة المفصل الواحد فذلك لتسهيل الفهم وتبسيط الأجزاء البيولوجية المعقدة المصاحبة لحركة الجسم ككل.

جدول (٣) تصنيف الألياف العصبية وخصائصها

نوع الليفة	الوظيفة	قطر الليفة (ميكرومللى)	سرعة النقل متر/ث
الألياف الناقلة للداخل			
Aα	العضلات الهيكلية	١٥	١٠٠
Aβ	العضلات الهيكلية+مغزل العضلة	٨	٥٠
Aγ	مغزل العضلة	٥	٢٠
B	السيمباثاوى	٣	٧
C	السيمباثاوى	١	١
الألياف الناقلة للخارج			
Ia	مغزل العضلة	٢٠-١٣	١٢٠-٨٠
Ib	أعضاء الوتر	٢٠-١٣	١٢٠-٨٠
II	مغزل العضلة	١٢ - ٦	
III	المستقبلات العميقة للضغط فى العضلات	٥ - ١	٣٠-٥
IV	ومستقبلات الحرارة والألم	١,٥-٠,٢	٢-٠,٥

* نماذج من الوظائف التى تقدمها الأنواع المختلفة من الألياف العصبية