وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل
كلية التربية للبنات
قسم التربية البدنية وعلوم الرياضة

محاضرة البايوميكانيك

المساهمة البايوميكانيكية في القدرة الانجازية والتخطيط العضلي الكهربائي

اعداد طالبة الماجستير:

هبة محسن محمود

بأشراف الدكتور:

علاء الدين فيصل الخطاب

2022. 2021

المقدمة:

القدرة الإنجازية: كثير من الحركات الرياضية تتشابهه في مساراتها الحركية الا انهُ الاختلاف يكون في الهدف الحركي، وهذا التشابه يشمل العضلات العاملة والايعازات العصبية وحركة المفاصل والتوقيتات الصحيحة لظهور تسلسل الحركات وما الى ذلك من متطلبات تقييم هذه الحركات فيما يخص الجانب الفسيولوجي والحركي والميكانيكي.

المساهمة البايوميكانيكية في القدرة الانجازية:

البايوميكانيك يشير الى التطبيقات النظامية للقوانيين الميكانيكية والأفكار البايولوجية لحل مشاكل حركة الإنسان في المواقف المعينة، هي السبيل لمساعدة الانسان للتحرك بفعالية اكثر في المحيط الذي يتفاعل معهُ.

اذ ان كل من التحليل الكمي والتحليل النوعي للقوة الداخلية والخارجية مع دراسة شكل هذه القوة وكل هذه الأمور تدخل في تحقيق وتطوير القدرة الانجازية . فعند اجراء التقييم البيوميكانيكي للأداء البشري

يجب ان يتضمن هذه الأسئلة:

ـ أي العضلات تستخدم عند عمل مهارة الصد بالكرة الطائرة ؟ وماهي اتجاهات هذه القوة، ماهي الحركة النهائية لكل مجموعة عضلية.

ـ الى أي مدى يطور تمرين الضغط بالذراعين لدفع الحديد من وضع الاستلقاء (برنج بريس) العضلة الباسطة للمرفق وبأي اتجاه؟

ـ أي العضلات تحتاج لتطور خاص بها لكل رياضي في سباقات الساحة والميدان.

ـ أي التمارين العضلية سيكون المناسب اكثر لتطوير العضلة الباسطة للركبة مع اقل قوة.

ـ ماهي قيمة التغير في المقاومة خلال مدى الحركة عند تنفيذ التمرين للحصول على تمرين اكثر فاعلية لأجل الأداء والانجاز الرياضي.

ماهي الخطوات التي تشمل تحليل ديناميكي لحركة الانسان هي:

- الحصول على بيانات عن طريق التصوير السينمائي.
- استخدام منصة قياس القوة لتخمين القوة المسلطة على الأرض (دفع القوة).
- قياس واستخدام البيانات التشريحية.
- استخدام بيانات EMG لزيادة المعلومات عن حركة العضلة.
- حساب السرعة والتعجيل والقوة واتجاهات القوى، القوة العضلية والديناميكية وتحديد مركز ثقل الجسم.
- استخدام برنامج الحاسوب الآلي للتحليل.

~~~~~~

التخطيط الكهربائي العضلي EMG :

يعد الجهاز العصبي العضلي جهازا "أساسيا حيويا" تحتاج اليهِ جميع الألعاب والفعاليات الرياضية بشكل صحي وسليم، ولهذا فقد استخدم جهاز ال (EMG) كونهِ من اكثر الأجهزة أهمية في هذا المجال فهو يعطي فكرة واضحة عن متغيرات كثيرة ومتنوعة يمكن بواسطتها ان نستدل على سلامة انتقال الايعازات العصبية وسرعة وصولها من والى العضلات.

(البشتاوي والخواجا ، 2005، 185)

وتشمل فعاليات (EMG) على استخدام المحولات (Transducers) لعرض المستوى الكهربائي عند انتهاء زمن عملية نشاط عضلي، ولكون فرق الجهد الكهربائي الصادر من الانقباض العضلي يعد صغيرا جدا فان الجهاز يقوم بتكبيرها بوساطة مكبر (Amplifier) معتمدة ليس فقط على اسطح الأقطاب (اللاقطات) ولكن أيضا على نوعية توصيلة الأقطاب
~~~~~~

المستخدمة، وان افضل موصل من الأقطاب هو الحقن المباشر للعضلة بوساطة الأقطاب الابرية، والناتج من الأقطاب يظهر مكبر وفي رسم بياني، او يحسب نظريا بوساطة الحاسب الآلي، وتختلف أنواع استخدام هذهِ الأقطاب تبعا للهدف من الدراسة.

(علي وعلي، 2007، 109)

يعد التخطيط الكهربائي العضلي من الطرائق المهمة لدراسة خصائص نشاط الجهاز العصبي العضلي، اذ يعتمد هذا الأسلوب أساسا على تسجيل النشاط الكهربائي للعضلات في حالة انقباضها، وهي في هذا تشبه الطرائق الأخرى لتسجيل الجهد الحيوي الكهربائي (Biopotintial) كالتخطيط الكهربائي للدماغ (EEC) وتخطيط القلب الكهربائي(ECG).

وفي المجال الرياضي استخدمت تقنية (EMG) من خلال تحديد سعة الاستجابة الكهربائية ومعدل ترددها ومدى توافق عمل الالياف العضلية، كما يمكن عن طريق هذه الطريقة تحديد زمن فترة الكمون التي تسبق الانقباض العضلي (وهي الفترة الواقعة بين ظهور الايعاز وبداية استجابة العضلة)، وكذلك أيضا فترة الكمون التي تسبق الارتخاء العضلي.

(الربيعي، 2007، 246)

وهي في هذا المجال تعد اكثر دقة وموضوعية مقارنة بالطرائق التشريحية، كما انها تستخدم أيضا عند دراسة مشكلة التعب العضلي وعلى نوع التعب اهو عضلي المنشأ ام مركزي.

(حشمت وشلبي، 2003، 27-28)

ويستخدم أيضا في حالة وجود صعوبات في استرخاء مجموعة عضلية محددة في أداء مهارة ما، وفي حالة إعادة تدريب العضلة وتأهيلها.

(شمعون، 2004، 298)

التخطيط الكهربائي لنشاط العضلات:

إن إشارة EMG توفر المعلومات التي تتعلق فيما اذا كانت العضلة في حالة نشطة ام لا، طول فترة هذا النشاط، وفترة الراحة لهذه العضلات.

وهناك فترة زمنية صغيرة بين ظهور النشاط الكهربائي داخل العضلة وظهور حركة احد أجزاء الجسم،اذ يستمر زمن هذه الفترة حوالي 30 جزءا من الثانية، وان سبب هذه الفترة الزمنية هو التغيرات الكيميائية التي تحدث قبل ان تتمكن العضلة من التقلص فضلا عن حاجة العضلة الى "إزالة الرخاوة" قبل ظهور حركة المفصل او جزء من الجسم.

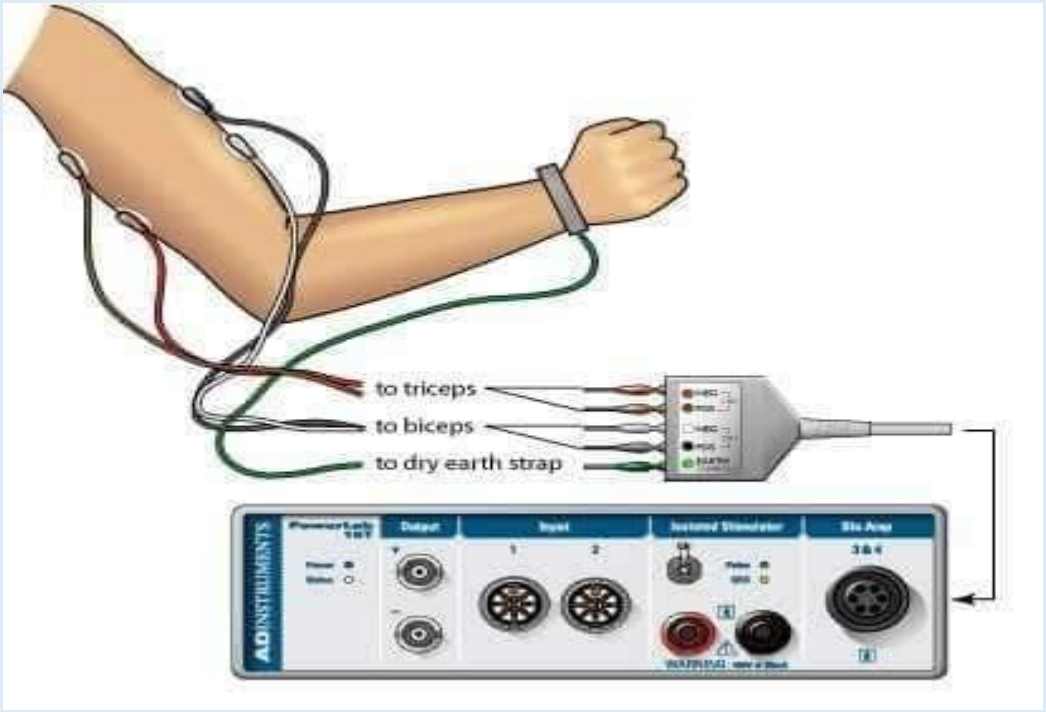
الشكل يوضح جهاز (Emg)

لماذا يتم اجراء ذلك:ـ

قد يطلب الطبيب من المريض إجراء تخطيط كهربائية العضلات اذا كانت لديه مؤشرات او اعراض يمكن ان تدل على الإصابة باضطراب بالاعصاب او العضلات .

وقد تتضمن هذه الاعراض مايلي:

- **الوخز.**
- **التنميل.**
- **ضعف العضلات.**
- **ألم او تشنج في العضلات.**
- **أنواع محددة من ألم الأطراف.**



المخاطر:

يعد تخطيط كهربائية العضلات إجراء منخفض المخاطر ونادرا ما تحدث بسببه مضاعفات.

وقد تحدث خطورة طفيفة بسبب النزيف او العدوى او إصابة العصب مكان دخول إبرة القطب الكهربائي.

عند فحص العضلات بطول جدار الصدر بإبرة القطب الكهربائي، قد يحدث خطرا ضئيلا للغاية يمكن ان يؤدي الى تسريب الهواء الى المنطقة بين الرئتين وجدار الصدر، وهذا ما يؤدي الى انخماص الرئة (استرواح الصدر).

كيف يستعد الشخص للفحص:~

الطعام والأدوية:

عند تحديد موعد تخطيط كهربائية العضلات (EMG)، اسأل عما اذا كنت بحاجة الى إيقاف أي وصفة طبية او أي من الادوية المتاحة دون وصفة طبية قبل الفحص، اذا كنت تتناول دواء يحمل اسم ميستينون (بيريدوستيجمين)، يجب عليك ان تسأل على وجه التحديد عما إذا كان يجب إيقاف هذا الدواء للفحص او لا.

الاستحمام:

خذ حماما او اغتسل قبل الفحص بفترة قصيرة حتى تزيل الزيوت من بشرتك، ولا تضع المستحضرات او الدهون قبل الفحص.

الاحتياطات الأخرى:

يجب إخبار اختصاصي الجهاز العصبي (طبيب الأعصاب) الذي يجري مخطط كهربائية العضل (EMG) بالحالات المرضية المعينة التي قد تكون لديك.

وينبغي إخبار طبيب الاعصاب وغيره من المختصين في معمل مخطط كهربائية العضلات (EMG) في الحالات التالية:

- استخدام منظم ضربات القلب او أي جهاز طبي كهربائي آخر.
- تناول أدوية منع تجلط الدم.
- الإصابة بنزف الدم الوراثي، وهو اضطراب تجلط الدم الذي يؤدي الى نزيف ممتد.

ماذا يحدث خلال تخطيط العضلات ؟

خلال تخطيط كهربائية العضلات:

يجلس المريض بوضعية الاستلقاء على سرير او كرسي خاص، وقد يطلب الطبيب او الفني من المريض تغيير موقعهِ خلال الفحص.

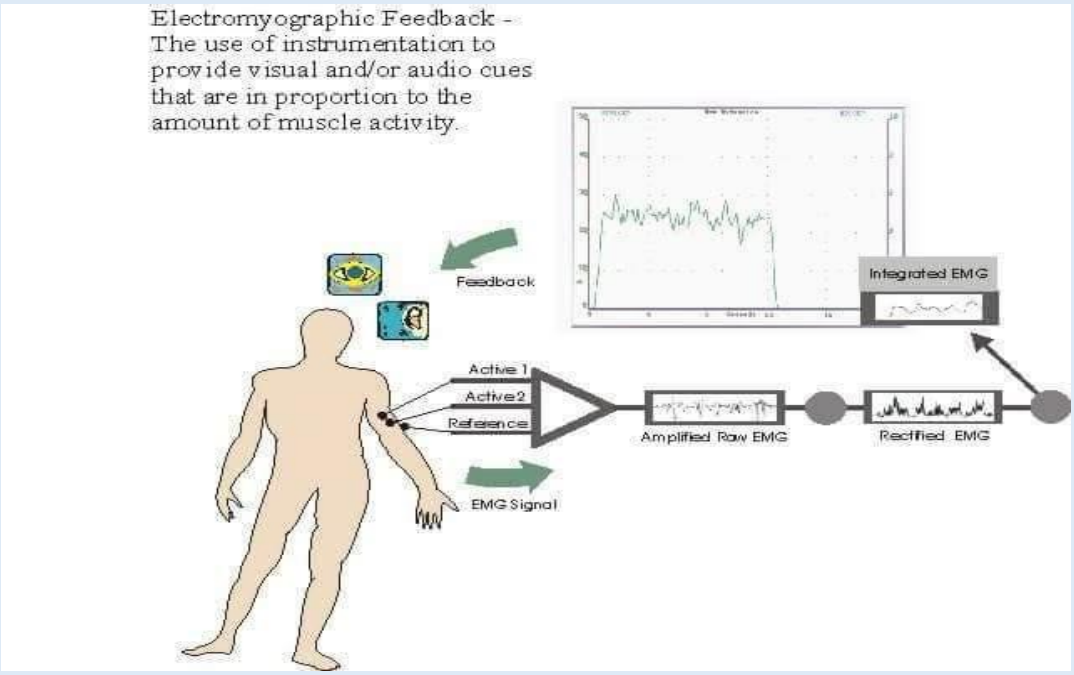
ينقسم تخطيط كهربائية العضلات الى قسمين:

_ في القسم الأول يتم فحص قدرة الاعصاب الحركية على ارسال السيالات العصبية خلال هذا القسم، يوضع حساسات (اقطاب سطحية) على سطح البشرة التي تغطي المناطق التي يشكو المريض من وجود اعراض فيها لتقييم حالة التوصيل العصبي، حيث ان هذه الأقطاب تقيس قدرة الاعصاب الحركية على توصيل السيالات العصبية، وفور الانتهاء من الفحص يتم إزالة الأقطاب عن سطح البشرة.

_ في القسم الثاني من تخطيط العضلات الكهربائي يتم فحص النشاط العضلي اثناء الانقباض واثناء الانبساط، حيث يوضع حساسات أيضا ولكنها على شكل ابر (اقطاب إبرية).

سيتم أولا تعقيم المنطقة المصابة بمطهر ومن ثم استخدام إبرة لإدخال القطب الى العضلة. قد يشعر المريض بعدم الارتياح او الألم جراء إدخال الإبرة.

ستقيس هذه الأقطاب النشاط العضلي خلال الانقباض وخلال الراحة، ومن ثم سيتم إزالة الأقطاب بعد الانتهاء من الفحص.



2- التقييم الكهربائي :EMG

هذه الطريقة واسعة الانتشار نسبيا وتستخدم في قياس الجهد الكهربائي للعضلة الاهتمام بالتحليل مطلوب لاتخاذ القرار المناسب، ولتسجيل جهد العضلة الكهريستي والتي تمكن الباحثين من التحليل والتفسير. وباستعراض ما كتب عن EMG، فأن ذلك يؤشر الى ان طريقة التسجيل تعتمد في اختيار طريقة القياس بنوعيها الكمي والنوعي، فضلا عن الصعوبات التي تترافق مع تسجيل البيانات الخاصة بهذا

التقييم، والتي تعتمد على الخبرة الشخصية، ويدخل في م الحكم أحجام وشكل الترددات وتخمين شكل الحركة والمساعدة في إعطاء التفسيرات مثال: خمن بعض الباحثين ان الترددات تزداد بأشكال مختلفة عند الضربة الساحقة في الكرة الطائرة، بينما كان الباحثين يدرسون العضلات المشاركة لدى لاعبي المستويات العليا والتي تظهر تطور الشد والذي يستدل عليه من خلال سعة الموجه، وفي بعض الأحيان تكون السعة فوق معدل الوقت المسموح لها، بعض الدارسات استخدمت طريق متداخلة من السعة والتردد، المشكلة الأساسية في استخدام طريقة السعة والتردد تكمل في الاختلاف الكبير من ظهور الانقباضات العضلية خلال فترة التقلص، وهناك مشاكل ترافق قياس EMG، مثل نوعية القطب الكهربائي (ابر أو مجسات)ومكان وضي الأقطاب (ابتعاده عن مركز التقلص) والاختلاف التشريحي للجهاز العضلي، ومشاكل أخرى مرافقة، مثل دراسة التردد / السعة والتي تقع في القراءة المباشرة لاقصى نظم عضلي، الجهد يبذله ضارب الكرة الساحقة هو مزيج من الإشارات المتعة للوحدات العضلية المتحركة.

الافتراض السائد في العديد من الدراسات هي بوجود علاقة موجبة بين قوة التقلص العضلي والفعالية الكهربائية المسجلة من العضلات المتقلصة، وقد أظهرت الدراسات في ان هذه العقبة تكون تحت شروط مختلفة، الإشارات الكهربائية ، للفعالية العضلية والتي لها علاقة مباشرة بعدد الألياف العضلية التي حفزت، ثم يتبعها عدد اكبر من الألياف العضلية وهي بالتالي تؤدي الى اكبر قدر من القوة.

ان البحث في التغييرات التي تظهر في كل من السعة والتردد للجهد الحركي خلال زيادة حمل الشغل، اظهر بعدم وجود تماثل في هذين العاملين، فيميل التردد الى الزيادة خطيا مع قوة التقلص الى حين الوصول الى حد معين ثم يميل الى الثبات، من جانب - أخر يظهر زيادة في السعة كلما زاد حمل الشغل، توحيد الإشارات يتضمن كل هذه المكونات، لذلك تظهر الاستمرارية في زيادة الفعالية الكهربائية عندما يكون التقلص ثابت.

على العموم هناك تنظيم بين فاعلية EMG والقوة العضلية الناتجة من التقلص

الثابت وهناك بعض الاختلافات حول العلاقة مع التقلصات العضلية المتحركة، ففي التقلص العضلي المتحرك تتغير قوة العضلة خلال مدى

الحركـة مـن جـراء التغيـرات البيوميكانيكية وكذلك تغير طول العضلة، لذلك فأن حركة العضلات حول محور معين تعمل بكفاءة عالية وتعطي قوة عضلية كبيرة ، وهذا يشرح صعوبة تقييم تمـارين التقلص المتحرك مع إشارات EMG ، ويختلف التردد والسعه من خلال مدى الحركة وهذا يعتمد على سرعة الحركة ، حيث يمكن الحصول عليه من خلال دمج بين هـذه المتغيرات المختلفة على .EMGوهذا يعني ان استعمال EMG مه تمارين التقلص المتحرك بمقاومة يعتمد على مكونات ناتج الفائدة الناتجة من الطاقة الميكانيكية والطاقة الفسيولوجية ،،حيث ان الناتج من هذين العاملين له علاقة مباشرة مـع زوايـا العمـل بالمفاصل والسرعة الزاوية لها، فإذا كان ناتج القوة الداخلية من قبل عضلة ما قد تسم ومع ذلك تظهر الفائدة الميكانيكية – الفسيولوجية متغيره ، وستكون عدد الألياف العضلية ذات الارتباط المباشر بهذه الفائدة متغيره أيضاً ،لذا سوف تتحفز ألياف عضلية تثبيته أكثر للعمل .

ان ميكانيكية العمل العضلي الصحيح يعني استعمال عدد أقل من الألياف العضلية - (باقتصاديه عاليه) وهذا يعني ان ناتج الفائدة الفسيولوجية سوف يكون أكثر اقتصادية

والذي يعني ناتج ميكانيكي عالي ، ولذلك فان العضلة ستكون باقل فاعليـة كهربائيـة باعتبار ان هناك اقتصادية في الاداء على العكس منه عندما تكون العضلة تحت وضع

ميكانيكي غير مناسب. ولقد وجد بعض الباحثين، ان أقصى قوة تقلص العضلة يكون عندما يكون المفصل في زاوية وضع معينة(باعلى قيمة ميكانيكية)حيث تشير الفائدة الميكانيكية عندما تقوم العضلة بالسحب الى ان هذه العضلة بأفضل طاقة قصوية لها، مثـال لـذلك : عنـدما تتقلص العضلة ذات الرأسين فأن الذي يحدد خصائصها هي حركـة مفصل المرفق والتي تعطي اكبر قيمة للعزم بزاوية 90 ، حيث يمكن الحصول على ان تعطـي هـذه الزاوية افضل قيمة لعزم القوة ،وهي أفضل من زاوية 180 ففي الحالة الأولى تسحب العضلة ذات الرأسين الساعد عموديا ويكون واجبها الأساسي التدوير ،اما الحالة الثانية فيكون واجب العضلة التثبيت اكثر من واجبها التدويري الملاحظ مما تقدم ان البيانات الخاص بالحركة توضح كل مـن تـأثير طـول العضلة والفائدة الميكانيكية عندما يكون المفصل

المسئول عن الحركة في وضع معين ، حيث ان الملاحظ ان مستوى EMG يعتمد على فاعلية التقلص العضلي ، ان شكل العضلة عند تقلصها له علاقة بفعالية EMG . وكذلك وجد بعض العلماء من خلال أبحاثهم ان النظام العصبي المركزي ، ينظم EMG خلال الجهد العالي للشخص الواحد بالاعتماد على بعض العوامل مثل : التعب، الإعياء الخ ، مثال :عندما يسأل شخص ما لبذل جهد يتضمن تقلص العضلة ذات الرأسين خلال تقلص لامركزي ، وبنفس الوقت يتم الضغط على الطاولة بمرفقة ، وتظهر قيمة EMG أعلى من قيمتها عند العمل بطريقة التقلص اللامركزي للعضلة بدون الضغط على الطاولة بواسطة المرفق ، حيث ان الضغط هو جهد مضاف ، وعندما يطلب من شخص ذو خبرة ان يفعل ذلك فأن القياس الحركي EMG سوف يظهر مستوى أقل من قوة التقلص الذي يظهرها شخص عديم الخبره ، حيث أن الفعالية تزداد من 10 –20 % . كذلك يزداد قياس EMG عندما يبدأ الشخص بالتعب في دراسة للباحثين (هنسن وروزنتويج) لمقارنة شكل ونتائج ((EMGمع قيمة التقلص العضلي المركزي ، اللامركزي ، والايزوكنتكي ، (الثابت والمتحرك) واستنتج ان الجهد العضلي لهذه الأنواع الثلاث سوف يؤدي الى ظهور نوع من إشارات EMG ، وليست هناك أشارة محدودة لعضله محددة بل هناك مشاركه كبيرة لعضلة اخرى من نفس الفعالية ،

مثال عملي : من الطبيعي عند أداء التقلص العضلي اللامركزي والتي يقوم بها لاعب ضد ثقل معين ، فان هذا العمل نطلق عليه شغل سلبي ،اي يعني ان التقلص اللامركزي قد اشتق من حقيقة ان الشد العالي ينتج من قبل العضله عندما تتقلص لامركزيا أكثر من تقلصها مركزيا ،

وقد حدد (اسموسين (Assmocen، ان حوالي ثلث الألياف العضلية فقط تتقلص لغرض انجاز واجب تقلص لامركزي ، اما الحاجة لانجاز واجب التقلص المركزي يكون أكثر من ذلك ، التقلص اللامركزي ينتج حركة ، بينما التقلص المركزي يسيطر على الحركة تحت حافز خارجي ، من المهم ان نحفظ هذين الموقفين من الحركة في ويجب تجنبهما ، عمل التقلص اللامركزي يسبب قلة الألياف العضلية العاملة، وينتج عتهما فاعلية كهربائية قليله حتى لو بذلت فيها قوة. لقد أظهرت بعض الأبحاث ان عملية التقلص المركزي تثير اكبر قدر من ذهننا

الفعالية الكهربائية مع ناتج القوة ، يجب توخي الحذر عند تفسير البيانات الخاصة بـ EMG لمعرفة طبيعة التقلص المستخدم ، ومن المفضل اختيار تمرين المقاومة

علـى أساس الفعالية الكهربائية وحدها مثل العصب العضلي والقـوة الديناميكيـة، وإهمـال الحركات المرافقة الأخرى.

غياب الشواهد العلمية ، قد يمنع التدريب ذو العلاقة مع فاعلية EMG والتي يمكن الحصول عليها أثناء أداء مرين مع ،قاومة وهو التدريب الحقيقي للأداء الرياضي.

تصنف الحركات الى نوعين ، حركات الارتكاز وحركات الرمي وان إشارات EMG لهذين النوعين تكون مختلفة ، حيث يؤشر EMG الى ان انتظام الحركة في حركات الارتكاز ، اما في حالة حركة المقذوفات فان العضلة تنتج حافز قصير يبدأ من جزء ويستمر بالحركة كناتج قوة للحركة نفسها والقوة الديناميكية ، لذا يجب الحذر عند تفسير بيانات من EMG على أساس عضله فعاله وغير فعاله ، بالإضافة إلى الدراسات التي قام بها بعض العلماء ،حيث أظهرت هذه الدراسات وجود علاقة خطية بين معدل جهد EMG ومقدار الشد العضلي القصوى عند الأشخاص الاعتياديين ، وتظهر هذه العلاقة ان الشد العضلي الأقصى مشابه لما موجود من تمارين المقاومة ، ومن المحتمل تقييم كمية القوة العضلية المستخدمة عن طريق قراءة بيانات EMG فقط .

المناقشة السابقة حول صحة EMG جول تقييم الأداء تعطينا بان فكرة EMG كأداة جيده لتأشير الوحدات الحركية التي تبدأ بالتقلص ، بيانات EMG ان EMG لا يقيس الخصائص التي تعرف القوة العضلية واتجاهها او تحديد المشاركات الصافية لعضلات معينه ، هذه المعلومات أساسية عند تقييم التمرين الاعتيادي لأجل تطوير بعض المجاميع العضلية مع حجم القوة الضرورية ذات الاتجاه المناسب والسرعة المناسبة ، وتوجيه مناسب للمقاومة لأجل الوصول إلى تقليد جيد للفعالية المراد انجازها. (الفضلي والبياتي، 2007، 52 -56)

أهمية جهاز التخطيط الكهربائي العضلي EMG:

وتكمن أهميتة في معرفة النشاط العضلي الذي يكشف ويحزن الإرشارة الكهربائية الصادرة من العضلة وبالتالي الوقوف علي حقيقة النشاط الكهربائي خلال تنفيذ النشاط العضلي الذي يحدث في أثناء أداء تمرين الكيل فضلا عن أعطاء مؤشرات علمية دقيقة لنشاط كل عضلة وبذ لك تساهم هذه المعلومات في ايضاح عمل العضلات بالنسبة للمدربين والتأكيد على كيفية تطوير العضلات العاملة وفق أسلوب علمي صحيح.

المصادر والمراجع

1- الفضلي، صريح عبد الكريم و حسين، إيهاب داخل (2019): علم الحركة التطبيقي (الكنسلوجيا).

2- www.webteb.com التخطيط الكهربائي للعضلات: إجراء الفحص و تحليل النتائج.

3- www.mayoclinic.org مخطط كهربائية العضلات (EMG) مايوكلينك Mayo Clinic

4- رشدي، فتوح عبد الفتاح (1988): اساسيات عامة في علم الفسيولوجيا، ط2، مطبعة ذات السلاسل.

5- حامد، صالح مهدي (2000): تأثير التدريب العضلي المركزي واللامركزي في تطوير القوة القصوى الثابتة والمتحركة والنشاط الكهربائي للعضلة EMG، أطروحة دكتوراة.

6- البياتي، وهبي علوان حسون(2009): دراسة للنشاط الكهربائي (EMG) لعضلات الرجلين مرحلتي الحجلة والخطوة وعلاقتها ببعض المتغيرات البيوكينماتيكية والانجاز في الوثبة الثلاثية، أطروحة دكتوراة، كلية التربية الرياضية، جامعة بغداد.

7- https://altibbi.comعمل تخطيط كهربائية العضلات (EMG) وكيفية قراءة نتيجتهِ.

8- https://m.facebook.com ما هو تخطيط العضلات الكهربائي ولماذا يستخدم.

9- البشتاوي، مهند حسن والخواجا، احمد إبراهيم (2005): مبادئ التدريب الرياضي، الطبعة الأولى دار وائل للنشر، الأردن.

10- حشمت، حسين احمد وشلبي، نادر محمد (2003): فسيولوجيا التعب العضلي، دار الفكر العربي، القاهرة.

11- الربيعي، محمد كاظم خلف (2007): التعرف على مستوى التعب العصبي العضلي بواسطة استخدام جهاز (EMG) من خلال اختبار التحفيز الطويل المتعدد، بحث منشور في مجلة التربية الرياضية، المجلد الثامن عشر، العدد الثالث، جامعة بغداد.

12- شمعون، محمد العربي (2004): علم النفس الرياضي، مركز الكتاب للنشر، القاهرة.

13- الفضلي، صريح عبد الكريم و البياتي، وهبي علوان (2007): موسوعة التحليل الحركي، التحليل التشريحي وتطبيقاته الحركية والميكانيكية، بغداد: مطبعة عدي العكيلي.