الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الطب البشري

قسم الفيزيولوجيا والأدوية والمداواة

دراسة ترافق متلازمة نفق الرسغ مع تفاغر مارتن غروبر والعصب الشظوي العميق اللاحق بحسب دراسة النقل العصبي والتصوير بالأمواج فوق الصوتية

رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في الفيزيولوجيا الطبية

إعداد

د. همام يوسف ابراهيم

إشراف

أ.م.د أمل علي الضاهر

أستاذ مساعد في كلية الطب البشري جامعة دمشق

(2025-2026)

قرار لجنة الحكم

قررت لجنة الحكم على أطروحة طالب الدكتوراه همام يوسف ابراهيم والمشكلة بموجب قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم 486 بجلسته رقم 4 تاريخ 2025/10/27 والمكونة من السادة الأساتذة:

أ.د صبحي البحري عضواً

أ.د أحمد جهاد عابدين عضواً

أ.م.د سمير بقلة عضواً

أ.م.د بيان السيد عضواً

أ.م.د أمل الضاهر عضواً و مشرفاً

وبعد المناقشة العلنية التي تمت بتاريخ 2026/1/15 في كلية الطب البشري القاعة Hall B

قررت اللجنة منح طالب الدكتوراه همام يوسف ابراهيم درجة الدكتوراه في الفيزيولوجيا الطبية بعلامة 85 خمس و ثمانون فقط.

شكر وتقدير

أتوجه بجزيل الشكر و التقدير والامتنان للأستاذ الدكتور صبحي البحري عميد كلية الطب البشري، وإلى الأستاذ المشرف أ.م.د أمل الضاهر التي تكرمت بالإشراف على البحث و قدمت كل الدعم و المساعدة، و إلى الدكتور سفير حبيب أستاذ علم الأدوية في كلية الطب البشري بجامعة دمشق و رئيس قسم الفيزيولوجيا سابقاً، وإلى الدكتور بسام نادر أخصائي الداخلية العصبية في مستشفى حمص الجامعي، والدكتور طعان رعد أخصائي التشخيص الشعاعي في مستشفى الدكتور فرزات أيوب الجامعي، و إلى أعضاء لجنة المناقشة على تكرمهم بقبول تحكيم هذه الرسالة.

وإلى أهلي وأصدقائي وزملائي.

دمشق 2026

فهرس المحتويات

الملخص.....4

مقدمة.....5

مراجعة تشريحية

- **تشريح العصب الناصف.....7**
- **تشريح العصب الزندي.....11**
- **تشريح العصب الشظوي المشترك و فروعه الرئيسية.....12**

دراسة النقل العصبي

- **مقدمة.....16**
- **فوائد الدراسة التشخيصية الكهربائية.....17**
- **القواعد الأساسية عند اجراء دراسة النقل العصبي.....23**
- **التشريح و الفيزيولوجيا 25**
- **أساسيات دراسة النقل العصبي.....30**
- **دراسة النقل الحركي.....34**
- **دراسة النقل الحسي.....39**
- **تفاغر مارتن غروبر أثناء دراسة النقل العصبي.....43**
- **العصب الشظوي العميق اللاحق أثناء دراسة النقل العصبي.....53**
- **الدراسة الحركية للعصب الناصف.....55**
- **الدراسة الحركية للعصب الزندي.....57**
- **الدراسة الحركية للعصب الشظوي.....58**

تصوير الأعصاب بالأمواج فوق الصوتية عالية التباين

- **مقدمة.....61**
- **الأسس الفيزيائية لتقنية التصوير بالأمواج فوق الصوتية.....62**
- **المعدات المطلوبة.....62**
- **المظهر الطبيعي.....63**
- **دراسة بعض الأعصاب المحيطية بالأمواج فوق الصوتية.....65**

متلازمة نفق الرسغ

- **مقدمة.....68**

- **المظاهر السريرية.....68**
- **السير السريري.....69**
- **التقييم و التشخيص.....70**
- **التشخيص السريري.....71**
- **الاختبارات التشخيصية.....75**

تفاغر مارتن غروبر

مقدمة.....78

- **الأهمية السريرية.....85**

العصب الشظوي العميق اللاحق

- **مقدمة.....86**
- **الأهمية السريرية.....87**

الدراسة العملية

- **مشكلة البحث.....89**
- **أهمية البحث.....89**
- **تساؤلات البحث.....89**
- **أهداف البحث.....89**
- **الطرائق و المرضى.....90**
- **النتائج.....97**
- **المناقشة.....117**
- **التوصيات.....123**
- **نقاط القوة و نقاط الضعف.....124**
- **المراجع.....125**

الملخص:

خلفية البحث: يُعتبر تفاغر مارتن غروبر و العصب الشظوي العميق اللاحق من التنوعات التشريحية الشائعة في الأعصاب المحيطية، حيث يمكن أن يؤدي عدم إدراك وجود هذه التنوعات التشريحية، خاصةً عند ترافقها مع أمراض شائعة كمتلازمة نفق الرسغ، إلى أخطاء تشخيصية و علاجية.

الهدف: هدفت الدراسة إلى تحديد معدل انتشار كل من تفاغر مارتن غروبر و العصب الشظوي العميق اللاحق، و التحقق من وجود ترافق بين هذه التنوعات التشريحية و متلازمة نفق الرسغ.

المواد و الطرائق: شملت الدراسة 100 مريضاً مصاباً بمتلازمة نفق الرسغ و 50 شاهداً سليماً. خضع جميع المشاركين إلى دراسة للنقل العصبي، ودراسة بالأمواج فوق الصوتية للأعصاب الناصف و الزندي و الشظوي العميق اللاحق.

النتائج: لم تظهر نتائج دراسة النقل العصبي وجود فرق ذو دلالة إحصائية في معدل انتشار تفارغر مارتن غروبر و العصب الشظوي العميق اللاحق بين مجموعة المرضى 23% و 17.9% على التوالي، و مجموعة الشاهد 22% و 18% على التوالي، و كذلك لم نجد فرقاً بنسب الانتشار بالتصوير بالأمواج فوق الصوتية بين مجموعة المرضى 16.6% و 11.5% على التوالي و مجموعة الشاهد 16% و 10% على التوالي.

الخلاصة: لا يوجد ترافق بين متلازمة نفق الرسغ و وجود أي من التنوعين التشريحيين.

الكلمات المفتاحية: متلازمة نفق الرسغ، تفاغر مارتن غروبر، العصب الشظوي العميق اللاحق، دراسة النقل العصبي، التصوير بالأمواج فوق الصوتية.

مقدمة :

إن وجود تباين في تشريح أعصاب الطرفين العلويين و السفليين يُعتبر أمراً شائعاً [1]. حيث يمكن أن تأخذ هذه التنوعات التشريحية أشكالاً متنوعة، كالتعصيب المضاعف double innervation و الاتصالات بين الأعصاب communications among nerves و غيرها، و عادةً ما تكون هذه التنوعات غير عرضية، لذلك فإن المصطلح الأفضل لوصفها هو "تنوع تشريحي" "anatomical variation" بدلاً من "شذوذ تشريحي" anatomical anomaly، فعلى مستوى الطرف العلوي يعتبر وجود تفاغر (اتصال) بين العصبين الناصف و الزندي عبر ألياف عصبية حركية تنشأ من العصب الناصف في مستوى الساعد لتنضم إلى العصب الزندي و تساهم في تعصيب عضلات اليد الداخلية التي يعصبها الزندي أشيع أنماط التنوعات التشريحية العصبية، حيث يسمى هذا التنوع التشريحي تفاغر مارتن غروبر، أما على مستوى الطرف السفلي فيعتبر وجود العصب الشظوي العميق اللاحق هو التنوع التشريحي الأشيع[2].

يؤدي انضغاط العصب الناصف أثناء مروره في نفق الرسغ، إلى متلازمة من أعراض عصبية حسية و حركية متنوعة في منطقة توزع العصب الناصف في اليد، حيث تشكل هذه المتلازمة أشيع اعتلالات العصب الوحيد mono neuropathy البؤرية في الطرفين العلويين[3].

تعتبر دراسة النقل العصبي هي الوسيلة المفضلة لتقييم الأعصاب المحيطية من الناحية الوظيفية، حيث يمكن من خلالها دراسة النقل العصبي الحسي و الحركي[4].

يؤمن التصوير بالأمواج فوق الصوتية وسيلةً ذات كلفة منخفضة، و دقة أعلى من الرنين المغناطيسي في إظهار الأعصاب المحيطية، كما أنه فحص متوفر، و ديناميكي يسمح بالتحري و التوجه وفقاً للعلامات و الأعراض أثناء الفحص، مع قابلية لمشاركة المريض بالفحص من خلال اتخاذه للوضعية المناسبة التي تؤمن أفضل رؤية للعصب[5،6].

بما أن كلاً من متلازمة نفق الرسغ من جهة، و تفاغر مارتن غروبر و العصب الشظوي العميق اللاحق من جهة أخرى، كلاهما شائع الحدوث، و بالتالي من غير النادر أن يُصادف ترافقهما أثناء الدراسة الحركية للعصب الناصف، حيث تعتبر الاختبارات التشخيصية الكهربائية و خصوصاً دراسة النقل العصبي NCS جزءاً أساسياً في تقييم مرضى متلازمة نفق الرسغ[7].

إن استخدام وسيلتين أحدهما فيزيولوجية (تخطيط الأعصاب)، و الأخرى تشريحية (التصوير بالأمواج فوق الصوتية)، يعطي دقةً عاليةً في كشف وجود التنوعات التشريحية و نسب انتشارها، فعلى الرغم من أن هذه التنوعات غالباً ما تكون غير عرضية، إلا أن عدم إدراك وجودها من قبل العاملين الصحيين، و خصوصاً الذين تتطلب اختصاصاتهم معرفةً تشريحيةً دقيقةً، يمكن أن يؤدي إلى اختلاطات متعددة، كالخطأ في تفسير نتائج دراسات النقل العصبي و تخطيط العضلات، أو إحداث أذيات عصبية مباشرة عند إجراء التداخلات الجراحية أو التخديرية، و خصوصاً في حال ترافقت هذه التنوعات التشريحية مع أمراض عصبية أخرى تتطلب تداخلات متنوعة كمتلازمة نفق الرسغ.

إن تزويد العاملين الصحيين في مجتمع ما ببيانات إحصائية حول نسب انتشار أشيع أنماط التنوعات التشريحية العصبية في هذا المجتمع، و نسب ترافقها مع الأمراض العصبية الشائعة كمتلازمة نفق الرسغ يعتبر أمراً أساسياً لمساعدتهم في تقديم الرعاية الصحية لمرضاهم، و تجنب أي خطأ طبي يمكن أن ينجم عن عدم إدراك وجود هذه التنوعات.

و بالتالي تهدف هذه الدراسة إلى تحديد نسب انتشار كل من تفاغر مارتن غروبر و العصب الشظوي العميق اللاحق لدى عينة من مرضى متلازمة نفق الرسغ، و دراسة إمكانية وجود ترافق بين هذين التنوعين التشريحيين و بين متلازمة نفق الرسغ، و ذلك باستخدام وسيلتين تشخيصيتين هما دراسة النقل العصبي الحركي و التصوير بالأمواج فوق الصوتية.

مراجعة تشريحية:

❖ مقدمة:

إن معرفة التشريح الطبيعي للأعصاب المحيطية يعتبر أساسياً في فهم التنوعات التشريحية في هذه الأعصاب. لذلك سنقوم في هذا الفصل بإجراء مراجعة تشريحية للأعصاب المساهمة في كل من تفاغر مارتن غروبر و هي العصب الناصف و الزندي، و كذلك الأعصاب المتعلقة بالعصب الشظوي العميق اللاحق و هي العصب الشظوي المشترك و فروعه.

❖ تشريح العصب الناصف Anatomy of the median nerve:

هو عصب مختلط حسي حركي، يعتبر واحداً من خمس أعصاب رئيسية تنشأ من الضفيرة العضدية و تؤمن التعصيب الحسي و الحركي للطرف العلوي حيث أخذ العصب تسميته من موقعه المتوسط بين الفروع الانتهائية للضفيرة العضدية و أعصاب الساعد[8].

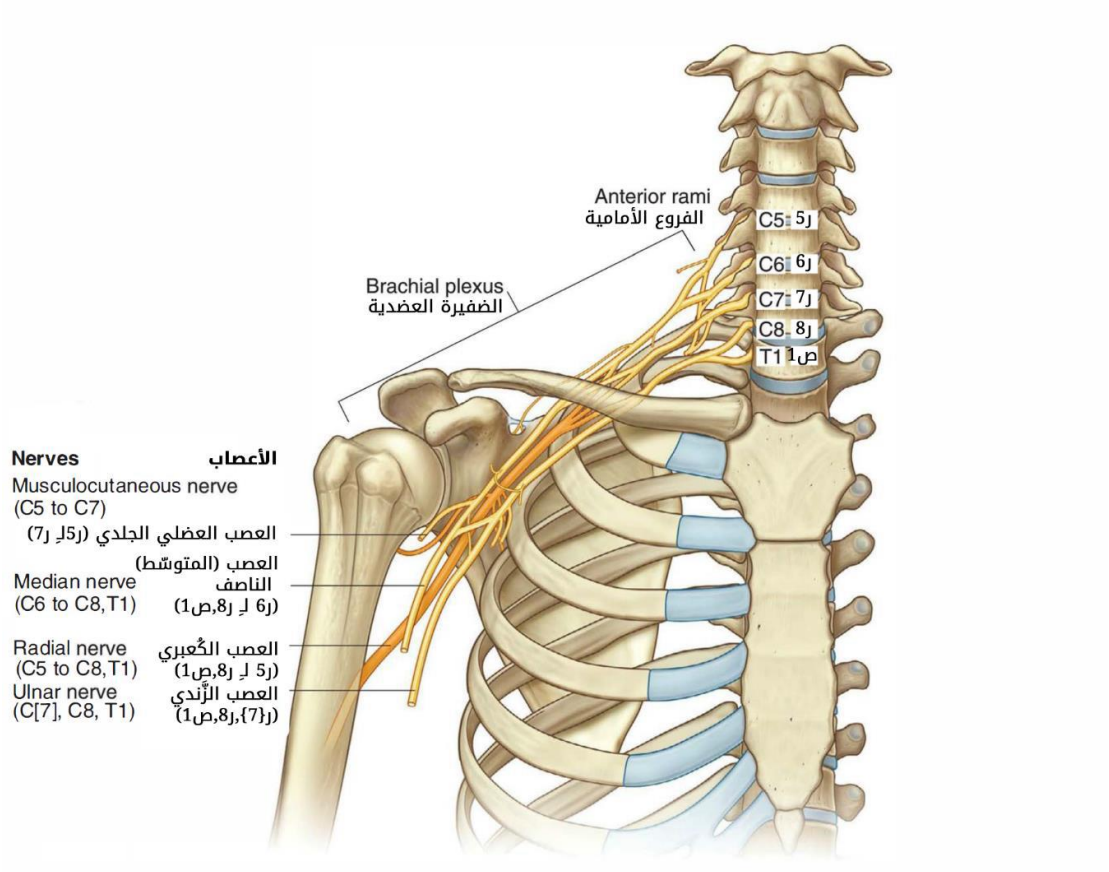
يساهم في تشكيل العصب الناصف ألياف عصبية من الفروع الأمامية للجذور العصبية الرقبية 6-7-8 و الصدري الأول حيث يتشكل العصب من اتحاد جذرين[9]:

1- جذر وحشي (C6-C7) ينشأ من الحزمة الوحشية للضفيرة العضدية.

2- جذر أنسي (C8-T1) ينشأ من الحزمة الأنسية للضفيرة العضدية.

- **في العضد:**

يتشكل العصب الناصف من اتحاد الجذرين السابقين أمام القسم الثالث من الشريان الإبطي. [9] صورة1



صورة1:تعصيب الطرف العلوي عبر الفروع العصبية الإنتهائية للضفيرة العضدية[from Grays H,2018]

يتابع العصب مساره في العضد بدايةً إلى الأنسي من الشريان العضدي، ثم يصبح أمام الشريان العضدي، ليتصالب في الجزء القاصي من العضد مع الشريان العضدي، حيث يدخل العصب الحفرة المرفقية cubital fossa إلى الأنسي من الشريان العضدي. لا يعطي العصب الناصف في العضد أية فروع حسية أو حركية و يكون مغطى بشكل كامل بالعضلة ذات الرأسين العضدية[9].

- **في الساعد:**

يعطي العصب الناصف في الحفرة المرفقية فرعاً للعضلة الكابة المدورةpronator teres ، و يتابع مسيره في الحفرة المرفقية إلى الأنسي من الشريان العضدي، و يعبر بين رأسي العضلة الكابة المدورة ثم يدخل تحت القوس الليفية للعضلة قابضة الأصابع السطحية flexor digitorum superficialis ماراً بين العضلتين قابضة الأصابع السطحية و قابضة الأصابع العميقةflexor digitorum profounds، حتى يصل إلى قيد القابضات

ليمر إلى العمق من قيد القابضات مع الأوتار العضلية المارة إلى اليد حيث يكون في هذه المنطقة معرضاً للانضغاط و الإصابة بمتلازمة نفق الرسغ[8].

يقوم العصب الناصف في الساعد بتعصيب جميع عضلات المسكن الأمامي باستثناء قابضة الرسغ الزندية flexor carpiulnaris و الجزء الإنسي من قابضة الأصابع العميقة[9].

يقوم العصب الناصف بتعصيب العضلات السابقة في الساعد عبر فرعين رئيسيين:

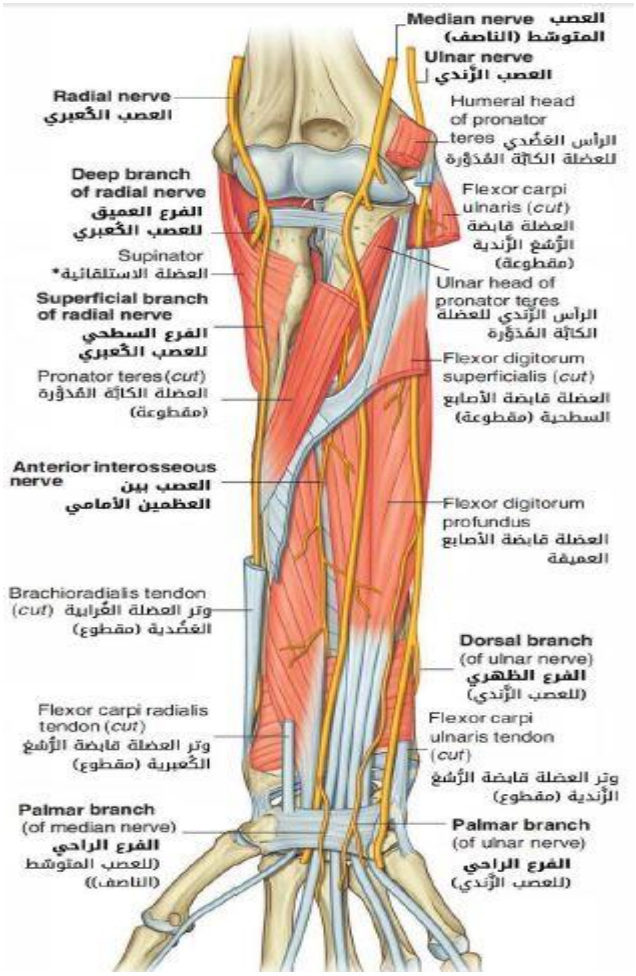
1- فروع عضلية Muscular branches تنشأ من الجذع الرئيسي للعصب الناصف في مستوى الحفرة المرفقية و تعصب قابضة الرسغ الكعبرية flexor carpi radialis و الراحية الطويلة palmaris longus و قابضة الأصابع السطحية[10].

2- العصب بين العظمين الأمامي anterior interosseous nerve و الذي يتفرع من الجذع الرئيسي للعصب الناصف في الجزء الداني من الساعد، و يعطي فروعاً تعصب قابضة الإبهام الطويلة و الجزء الوحشي من قابضة الأصابع العميقة، و ينتهي بفروع تعصب العضلة الكابة المربعة pronator quadratus بالإضافة إلى فروع حسية قاصية للمفصل الكعبري الزندي radioulnar joint و مفصل الرسغ wrist joint[10].

3- يعطي العصب الناصف في جزئه القاصي فروعاً حسية هي الفرع الجلدي الراحي palmar cutaneous branch حيث يعصب حسياً جلد إلية اليد(الرانفة) thenar eminence[10]. صورة2

- **في اليد:** يدخل العصب الناصف اليد عبر نفق الرسغ مرافقاً للأوتار قابضة الأصابع السطحية و العميقة و مثنية الإبهام الطويلة، لينقسم بعدها إلى فرع عضلي راجع recurrent muscular branch و فرع جلدي إصبعي digital cutaneous branch[10].

1. الفرع العضلي: و الذي يعرف أيضا بالفرع الراجع يعصب عضلات الرانفة (مقابلة الإبهام opponens pollicis و مبعدة الإبهام القصيرة abductor pollicis brevis و الرأس السطحي لقابضة الإبهام القصيرة flexor pollicis brevis[10].
2. الفرع الجلدي الإصبعي digital cutaneous branch: يعطي الأعصاب الإصبعية الراحية palmar digital nerves التي تعصب حسياً جلد السطوح الراحية للأصابع الثلاثة الأولى و النصف الوحشي للبنصر و النواحي الجلدية فوق الوجوه الظهرية للسلاميات القاصية (سرير الظفر) بالإضافة إلى الخراطينيتين الأولى و الثانية [10]صورة3.



صورة2: أعصاب المسكن الأمامي للساعد[from Grays H,2018]

3-تشريح العصب الزندي anatomy of ulnar nerve :

- **في العضد:**

ينشأ العصب الزندي من الفروع الأمامية للجذور العصبية الرقبي الثامن و الصدري الأول، و هو فرع انتهائي كبير للحبل الأنسي للضفيرة العضدية. يستقبل العصب غالباً بالقرب من منشئه فرعاً اتصالياً من الجذر الوحشي للعصب الناصف، الذي ينشأ من الحبل الوحشي للضفيرة العضدية، و يحمل أليافاً من الجذر الرقبي السابع، يسير العصب إلى الناحية الأنسية من العضد ليصل إلى نقطة مرتكز العضلة الغرابية العضدية، ليخترق بعدها الحاجز بين العضلي الأنسي medial intramuscular septum و يدخل المسكن الخلفي للعضد ليسير في الناحية الخلفية و الأنسية للعضد ماراً خلف اللقيمة الأنسية للعضد ضمن نفق المرفق حيث يمكن جسه[9].

- **في الساعد:**

يدخل العصب الزندي المسكن الأمامي للساعد بين رأسي العضلة قابضة الرسغ الزندية. يتوضع العصب الزندي على طول الحافة الوحشية لقابضة الرسغ الزندية، يسبر العصب الزندي بين العضلة قابضة الأصابع السطحية في الوحشي و قابضة الأصابع العميقة في الأنسي و بالقرب من الرسغ يعبر سطحياً من قيد القابضات[11].

يعطي العصب الزندي في الساعد الفروع التالية[11]صورة2:

1- فروع عضلية تؤمن تعصيب العضلة قابضة الرسغ الزندية و الجزء الأنسي من العضلة قابضة الأصابع العميقة.

2- فرع راحي حسي يعصب الساعد و يعصب الجلد فوق الضرة hypothenar eminence.

3- فرع ظهري ينشأ حوالي 7.5 سم فوق الرسغ، و يلتف للخلف ليعصب الجزء الأنسي لظهر اليد و ظهر الأصبع الخامس و ظهر النصف الأنسي للإصبع الرابع.

4- فروع حسية مفصلية لمفصل المرفق.

في اليد يدخل العصب الزندي راحة اليد عبر قناة غايون Guyons canal سطحياً بالنسبة لقيد القابضات و وحشي العظم الحمصي حيث يعطي الفروع التالية[9] صورة3:

1- فرع سطحي superficial branch: يعصب العضلة الراحية السطحية، و يعطي فروعاً حسية إصبعية تقوم بتعصيب الجلد على السطح الراحي للخنصر و النصف الأنسي للبنصر.

2- فرع عميق: يرافق الشريان الزندي ليقوم بتعصيب عضلات الضرة الثلاث (قابضة و مبعدة و مقابلة الخنصر) يتقوس نحو الوحشي على راحة اليد، و يعصب العضلات الخراطينية الثانية و الرابعة و كل العضلات بين العظمية الظهرية الأربعة، كما يقوم بتعصيب مقربة الإبهام و الرأس العميق لقابضة الإبهام القصيرة.

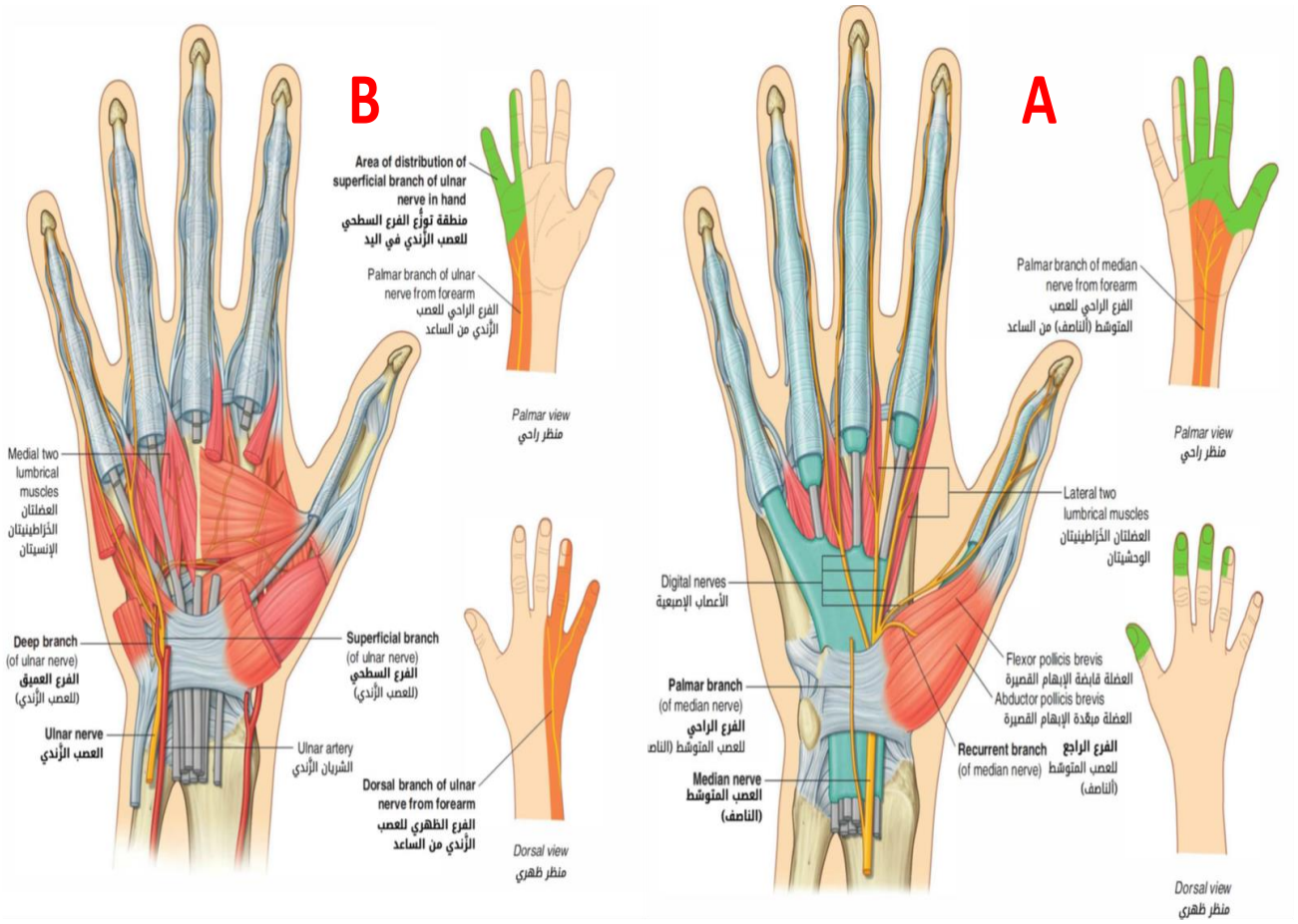
3- فروع حسية لمفصل الرسغ.

3 - تشريح العصب الشظوي و فروعه:

❖ **العصب الشظوي المشترك Common peroneal nerve:**

هو أحد الفروع الانتهائية للعصب الوركي sciatic nerve، حيث ينقسم العصب الوركي في المسكن الخلفي للفخذ، أو في مستوى الزاوية العلوية للحفرة المأبضية، ليعطي العصب الظنبوبي و العصب الشظوي المشترك[9].

يتلقى العصب الشظوي المشترك أليافاً عصبية من الفروع الأمامية للجذور العصبية القطنية الرابعة و الخامسة و العجزية الأولى و الثانية، يتابع العصب الشظوي المشترك مساره في مستوى الزاوية الوحشية للحفرة المأبضية، و يسير بمحاذاة الحافة الأنسية لوتر العضلة ذات الرأسين الفخذية فوق الرأس الوحشي لعضلة الساق باتجاه الشظية و يعطي هنا فرعين حسيين جلديين ينزلان نحو الساق[9].



صورة3:A العصب الناصف في اليد،B العصب الزندي في اليد [from Grays H,2018]

يلتف العصب الشظوي المشترك حول عنق الشظية، و يدخل المسكن الوحشي للساق عبر مروره بين مكاني ارتباط العضلة الشظوية الطويلة برأس جسم الشظية، و ينقسم لفرعيه الانتهائيين[9]:

1. العصب الشظوي السطحي superficial peroneal nerve.
2. العصب الشظوي العميقdeep peroneal nerve .

❖ **العصب الشظوي السطحي:**

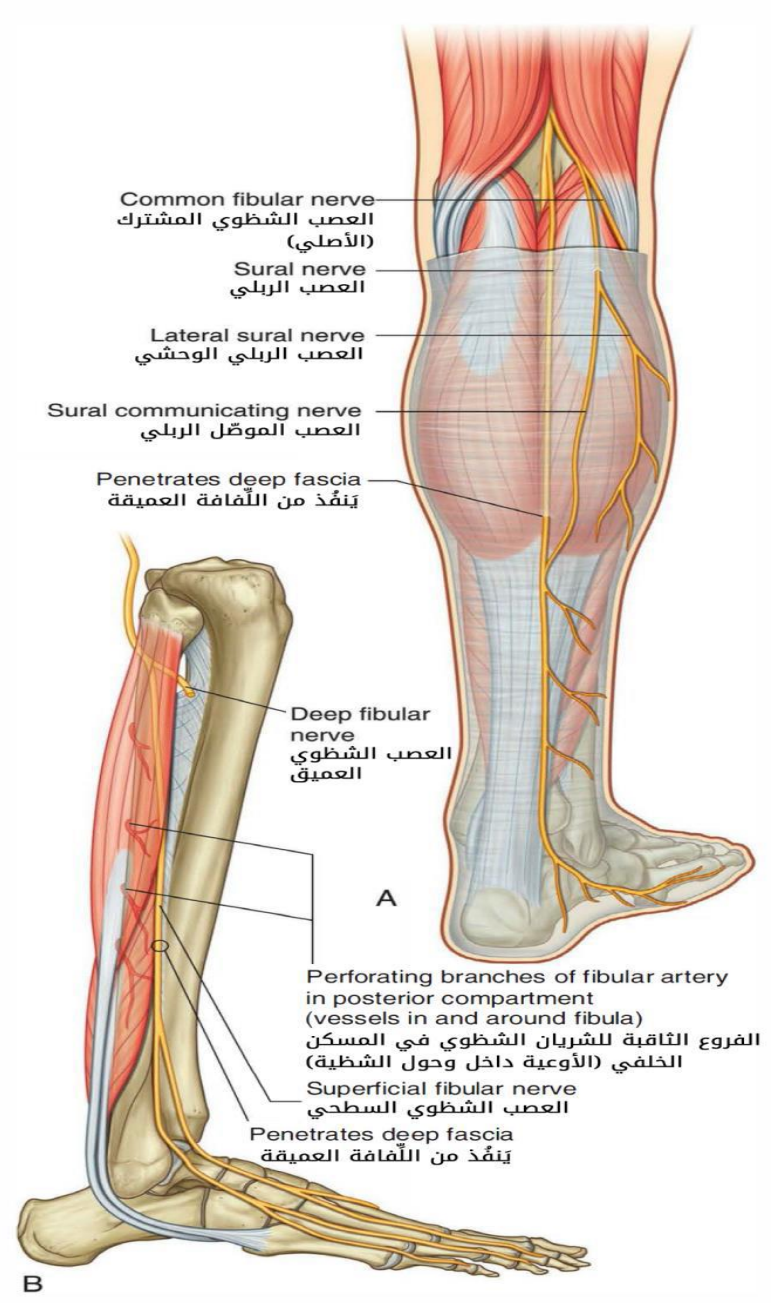
يسير العصب الشظوي السطحي نزولاً في المسكن الوحشي للساق، عميقاً بالنسبة للعضلة الشظوية الطويلة، و يعصب العضلتين الشظوية الطويلة و الشظوية القصيرة، ثم يثقب بعدها اللفافة العميقة في القسم السفلي للساق، و يدخل القدم حيث ينقسم إلى فرعين إنسي و وحشي، يعصبان معظم جلد الناحية الظهرية للقدم و الأصابع عدا جلد السطوح المتجاورة لإصبعي القدم الأول و الثاني التي تعصب بالعصب الشظوي العميق، و جلد الجانب الوحشي للقدم و إصبع الخنصر التي تعصب بالعصب الربلي[9].

❖ **العصب الشظوي العميق:**

يعد عصب المسكن الأمامي للساق و ينشأ في المسكن الوحشي للساق كأحد انقسامي العصب الشظوي المشترك. يسير العصب الشظوي العميق للأمام و الإنسي خلال الحاجز بين العضلات الذي يفصل بين المسكنين الوحشي و الأمامي للساق، ثم يسير إلى العمق من العضلة الباسطة الطويلة للأصابع. ثم يصل إلى أمام الغشاء بين العظمين حيث يتلقى و ينزل مع الشريان الظنبوبي الأمامي[9].

يقوم العصب الشظوي العميق بتعصيب جميع عضلات المسكن الأمامي للساق و هي:

الظنبوبية الأمامية و الباسطة الطويلة لإبهام القدم و الباسطة الطويلة للأصابع و الشظوية الطويلة[9] صورة4.



صورة4: العصب الشظوي المشترك و أعصاب المسكن الوحشي للساق[from Grays H,2018].

دراسة النقل العصبي Nerve Conduction Study(NCD):

مقدمة :

تلعب الدراسات التشخيصية الكهربائية Electrical diagnosis studies(EDS) دوراً أساسياً في تقييم المرضى الذين يعانون من اضطرابات عصبية – عضلية ، حيث تتضمن هذه الدراسات:

- دراسات النقل العصبي nerve conduction studies (NCSs)
- التحريض العصبي المتكرر repetitive nerve stimulation
- الاستجابات المتأخرة late responses
- منعكسات الرمش blink reflexes
- تخطيط العضلات بالإبرة needle electromyography (EMG)

بالإضافة إلى العديد من الفحوصات التخصصية الأخرى[12].

و الاختبارات التشخيصية الكهربائية هي عبارة عن وسائل فيزيولوجية كهربائية تُستخدم لتقييم وظيفة و تكامل مكونات الوحدات العصبية العضلية و التي تتضمن الأعصاب و الجذور العصبية و الضفائر العصبية و الوصل العصبي العضلي و العضلات[13].

من بين الفحوصات السابقة تعتبر دراسة النقل العصبي NCSs و تخطيط العضلات حجر الزاوية في الفحوصات التشخيصية الكهربائي EDS، لذلك عادةً ما يتم إجراء هذين الاختبارين معاً و في نفس الجلسة، و يطلق على هذين الاختبارين معاً اسم اختبار التخطيط العصبي العضلي الكهربائي The electrical neuromyographic examination (ENMG) [12].

يجب أن تسبق الدراسة التشخيصية الكهربائية بفحص عصبي دقيق و مفصل، حيث تعتبر هذه الدراسة، و في كثير من الحالات امتداداً للتقييم السريري الذي يتم عند الشك بوجود إصابة عصبية عضلية[13].

في الممارسة العملية تعتبر الدراسة التشخيصية الكهربائية مكملة للفحص السريري و لاحقة له، و بالتالي يجب دائماً إجراء الفحص السريري أولاً حتى يتم من خلاله وضع تشخيص تفريقي، في حين تفيد الدراسات التشخيصية الكهربائية التي تأتي في وقت لاحق في تضييق التشاخيص التفريقية بهدف الوصول إلى التشخيص النهائي. يكمن السبب الآخر وراء اتباع هذه المنهجية هو أنه يوجد عدد كبير من الأعصاب و العضلات فليس من العملي أو المرغوب فحصها جمعياً، لذلك يجب أولاً أن نتوجه من خلال الفحص السريري إلى موضع تشريحي ومن ثم استقصاؤه بالدراسات الكهربائية[12].

تساعد الدراسات الكهربائية في تحديد توضع الآفات و التمييز بين الإصابات الحسية و الحركية و كذلك تمييز النمط إصابة محوارية أم مزيلة للنخاعين و تحديد سير المرض.

تُستطب دراسات النقل العصبي NCS و تخطيط العضلات EMG في حالات سريرية متنوعة تتضمن دراسة الفيزيولوجيا المرضية، تقييم شدة المرض، تحديد مستوى الإصابة و التنبؤ بالإنذار[14,15].

تستخدم عادةً كل من دراسة النقل العصبي NCSs ، و تخطيط العضلات EMG لتشخصي اضطرابات الجهاز العصبي المحيطي (Peripheral Nervous System(PNS، حيث تتضمن هذه الاضطرابات: العصبونات المحركة الأولية (خلايا القرون الأمامية) ،و العصبونات الحسية الأولية (العقد على الجذور الخلفية)،و الجذور العصبية، و الضفائر العصبية (العضدية و العصعصية) ، و الأعصاب المحيطية ،و الوصل العصبي العضلي ، العضلات، إضافةً لما سبق، فإن الدراسة الكهربائية يمكنها أن تعطي معلومات تشخيصية هامةً، عندما يكون منشأ الاضطراب العصبي من الجهاز العصبي المركزي (مثال شلل أو رجفان أو آفات نورون محرك علوي).

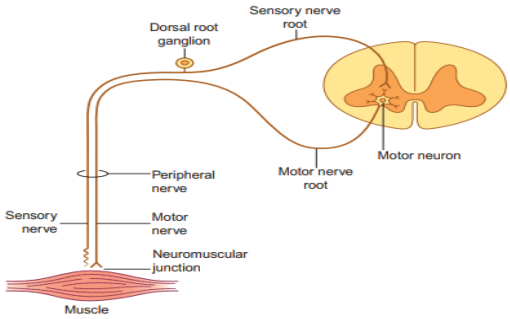
تكون أحياناً المعلومات المستقاة من الدراسات التشخيصية الكهربائية EDS نوعيةً جداً، بحيث تقترح تشخيصاً دقيقاً معيناً، و لكن في معظم الأحيان لا يمكن الوصول إلى التشخيص الدقيق اعتماداً على الدراسات التشخيصية الكهربائية لوحدها[12].

❖ **فوائد الدراسات التشخيصية الكهربائية:**

1. تحديد موضع الآفة هو الهدف الأساسي للدراسات الكهربائية التشخيصية :

إن الهدف الرئيسي لكل دراسة تشخيصية كهربائية هو تحديد موضع الآفة، و في كثير من الأحيان فإن التشاخيص التفريقية تضيق بشكل كبير عند تحديد موضع الاضطراب أو الآفة، و بالتالي فإن أول معلومة تقدمها الدراسة الكهربائية هي هل الآفة عصبية، أو عضلية، أو ناجمة عن اضطراب في الوصل العصبي العضلي؟[12].صورة 5.

تساعد الدراسة التشخيصية الكهربائية EDX في تحديد هل الآفة موضعة في عصب واحد Mononeuropathy أو عدة أعصاب Polyneuropathies أو واحد أو أكثر من الجذور العصبية أو الضفيرة أو خلايا القرون الأمامية أو خلايا العقد العصبية على الجذور الخلفية، و كذلك يمكن بدرجة كبيرة تحديد موضع الإصابة هل هي في العضلة أو الوصل العضلي. ففي الممارسة السريرية يكون من الصعب أحيانا و اعتمادا على الفحص السريري وحده تحديد موضع الآفة، على سبيل المثال مريض لديه هبوط قدم فإن الأذية يمكن أن تكون ناجمة عن اعتلال جذري قطني عجزي أو أذية بالعصب الشظوي. في الحالة السابقة فإن الدراسة التشخيصية الكهربائية يمكن أن تساعد في تحديد موضع الآفة و توجه الاستقصاءات اللاحقة. فإذا أظهرت دراسة النقل العصبي و جود أذية في العصب الشظوي في منطقة عنق الشظية عندها تنتفي الحاجة لاجراء MRI للمنطقة القطنية [16].

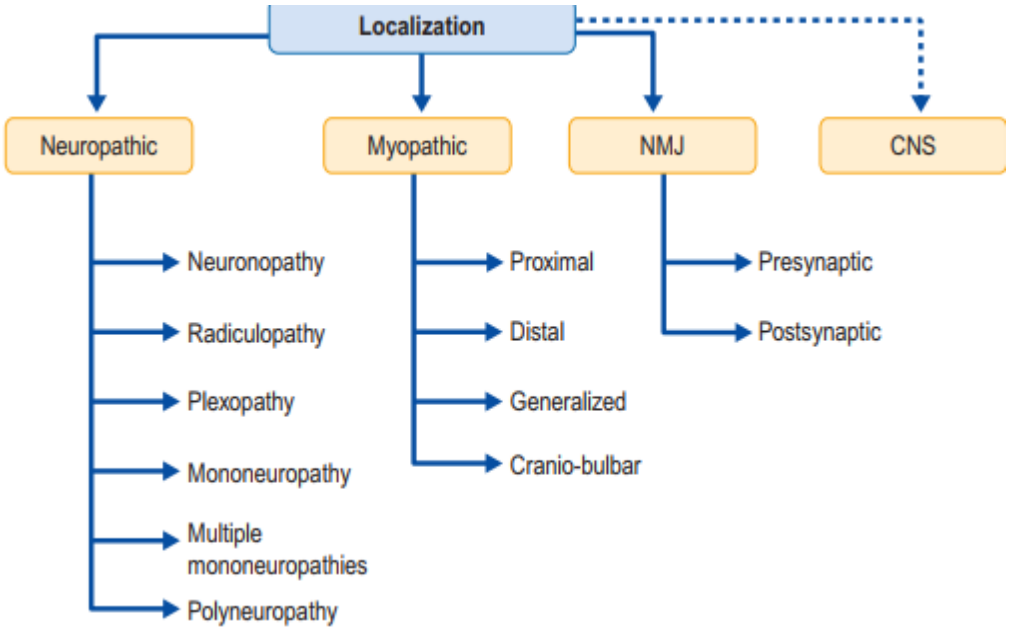


صورة 5:صورة تخطيطية للمواقع التشريحية لتوضع الإصابة بتخطيط الأعصاب[from Preston & Shapiro,2013].

مثال آخر إذا كان لدى المريض ضعف عضلي فقط، فإن الدراسة الكهربائية لدى هذا المريض يمكن أن تحدد تموضع الآفة هل هي في الأعصاب المحركة، أو الوصل العصبي العضلي، أو العضلات، أو أنها من منشأ مركزي. إن نمط النقل العصبي، و كذلك الأهم نوع الاضطراب الظاهر في تخطيط العضلات، يمكن أن يساعد في التمييز بين الاحتمالات التشخيصية السابقة، و يوجه الاستقصاءات المخبرية أو الشعاعية.

فمثلاً مريض لديه ضعف عضلي دانٍ يمكن أن يكون هذا الضعف ناجماً عن ضمور عضلي شوكي أي آفة في العصبون المحرك أو اضطراب بالوصل العصبي العضلي(متلازمة وهن عضلي) أو إصابة عضلية (إلتهاب عضلات عديد أو حثل عضلي) أو أسباب مركزية (آفات الفص الجبهي المجاورة للخط الناصف).

و بالتالي من خلال تحديد موضع الاضطراب، هل هو من منشأ عصبي، أو عضلي، أو من الوصل العصبي العضلي ،أو الجهاز العصبي المركزي فإن الدراسة الكهربائية عادةً ما تضيف معلومة هامة تساهم في تحديد أكبر للآفة[12] صورة6.



صورة 6: مخطط لتصنيف الاعتلالات التي يتم كشفها بالدراسة الكهربائية التشخيصية عصبية عضلية _ وصل عصبي _ جهاز عصبي مركزي[from Preston & Shapiro,2013].

فمثلاً إن التشخيص التفريقي لمريض لديه ضعف في اليد مع تنميل بالأصابع الرابع و الخامس تتضمن الآفات التالية:(العصب الزندي، الجزء السفلي من الضفيرة العضدية، الجذور العصبية من C8 – T1) فإذا ما حددت الدراسة الكهربائية أن موقع الآفة يتوضع في العصب الزندي في منطقة المرفق فإن التشخيص التفريقي يصبح محدداً ببعض الاضطرابات، و الفحوص التشخيصية اللاحقة يمكن توجيهها بشكل أكثر حرفية. في الحالة السابقة تنتفي الحاجة لإجراء MRI للعمود الرقبي، من أجل تقييم إمكانية وجود اعتلال جذور رقبية، و ذلك في حال حددت الدراسة الكهربائية وجود اعتلال عصبي بالعصب الزندي في المرفق كمصدر للأعراض التي يعاني منها المريض[12].

عند المرضى المصابين باضطراب في الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System و يشخصون خطأً على أنهم مصابون باضطرابات بالأعصاب المحيطية، فإن دراسة ال EDX عادةً ما تصحح التشخيص حيث تقترح موضع الأذية مركزياً. على سبيل المثال فإن إلتهاب النخاع المعترض يمكن أن يقلد متلازمة غيلان باريه أو احتشاء قشري صغير حاد أو نمط أذية الضفيرة العضدية، في حالة مثل هذه فإن الدراسة الكهربائية هي الإجراء الذي يوجه إلى أن الموضع الصحيح للآفة هو الجهاز العصبي المركزي بدلاً من المحيطي[12].

2) التوضع العصبي للأذيةNeuropathic localization :

إن الاعتلال العصبي هو المكان الأكثر شيوعاً لتوضع الآفات التي تظهر في الدراسات التشخيصية الكهربائية. و نقصد بالاعتلالات العصبية الاضطرابات التي تصيب الأعصاب المحيطية، و تتضمن العصبونات الحسية الأولية و الحركية على حد سواء. فبعد أخذ القصة و إجراء الفحص العصبي الدقيق، فإن الدراسة الكهربائية تساهم في تحديد أدق لتوضع الاضطرابات في الجذور، أو الضفائر، أو الأعصاب المحيطية. في حالة العصب المحيطي فإن تحديد موضع الأذية يمكن أن يكون في عصب وحيد (اعتلال عصب وحيد) أو عدة أعصاب (بالنسبة لإصابة عصب وحيد يمكن تحديد القطعة العصبية المسؤولة عن الأذية)[12].

3) يمكن الحصول على معلومات حول نوع الألياف المصابة و الفيزولوجية المرضية مما يساهم في تقليص التشاخيص التفريقية:

تعطي الدراسة الفيزيولوجية الكهربائية معلومات هامة جدا حول نوع الألياف العصبية المصابة هل هي حركية أم حسية أم مختلطة و ذلك عند تقييم الاعتلالات العصبية. إن الاعتلالات العصبية المتعددة Polyneuropathies شائعة جدا و على الرغم من ذلك فإذا ما حددت الدراسة أن الاضطراب حسي فقط أو حركي فقط فإن التشاخيص التفريقية تضيق بشكل كبير فمثلاً تظهر دراسة النقل الحسي NCS علامات مرضية عند وجود أذيات على الجذور الخلفية بينما تكون دراسة النقل الحركي طبيعية[17].

تعتبر الدراسات التشخيصية الكهربائية أكثر دقةً من الفحص السريري في تحديد أي نمط من الألياف هو المتسبب، هل هو حسي، أو حركي، أو مختلط. مثال مريض لديه نمل باليد و القدم و ضعف منعكسات يمكن أن يشخص بأنه مصاب بآفة عصبية محيطية، و لكن الدراسة الكهربائية يمكن أن تحدد الإصابة بأنها ناجمة عن أذية في الألياف الحسية إذا كانت الألياف الحركية سليمة مما يقلل من الاحتمالات التشخيصية.

يمكن للدراسة التشخيصية الكهربائية تحديد هل الآفة العصبية ناجمة عن أذية في المحاور، أو عن آفة مزيلة للنخاعين حيث يمكن للاختبارات التشخيصية أن تعطينا هذا التشخيص و دون الحاجة لاختبارات غازية (خزعة)[12].

4) تقييم درجة الأذية المحوارية أو شدة الآفة المزيلة للنخاعين مما يساهم في تحديد شدة الإصابة و الإنذار:

من خلال تحديد هل الأذية محوارية، أو مزيلة للنخاعين يمكننا ذلك من تحديد الإنذار، فالإصابة المزيلة للنخاعين يمكن أن تستعيد الميالين خلال فترة قصيرة عادة أسابيع، أما الإصابة المحوارية سواء كانت أولية أو ثانوية فالتحسن فيها يكون بطيئا و هو مرهون بدرجة النقل المحواري و عودة النمو (1 ملم / يوم). من الناحية

السريرية لا يمكن التفريقي بين أذيات المحاوير و بين الآفات المزيلة للنخاعين أما الدراسة التشخيصية EDX فيمكنها وبالتالي تحديد الإنذار[12].

إن وجود بطء في سرعة النقل عبر العصب الحركي يعتبر واحدة من العلامات الأساسية على وجود إصابة مزيلة للنخاعين[18]

5) يمكن من خلال الدراسات التشخيصية تحديد الإطار الزمني للإصابة مما يساعد في مقاربة أفضل للمرضى:

تلعب الدراسات التشخيصية الكهربائية EDX دورا هاما في الكشف المبكر عن الاعتلالات العصبية الإلتهابية المزيلة للنخاعين و تحديد خصائص الإصابة حيث يعتبر الكشف الباكر عن هذه الاضطرابات أساسياً في العلاج و بالتالي تقليل المراضة و العجز و ذلك من خلال تحديد معايير تتميز بأنها ذات نوعية عالية في كشق الآفات المزيلة للنخاعين و ذات حساسية كافية تسمح باستخدامها في الممارسة العملية السريرية[19].

يمكن أن يذكر المرضى أن بدء الأعراض حاد بينما تبين الدراسة الكهربائية التشخيصية أن تطور الآفة حدث خلال فترة طولية من الزمن. و بالعكس فإن الإطار الزمني للأعراض التي يذكرها المرضى يمكن أن يأثر على طريقة مقاربة نتائج الاختبارات التشخيصية الكهربائية. على سبيل المثال تسجيل كمونات عمل طبيعية في العصب الزندي و المأخوذة من الإصبع الصغرى لمريض لديه نمل في هذا الإصبع، يختلف تفسير هذه النتيجة بحسب الإطار الزمني الذي حدثت فيه الأعراض، فإذا كان بدء الأعراض منذ أقل من أسبوع فإن الاستجابة الحسية الطبيعية للعصب الزندي تشير إما إلى اعتلال عصب زندي (تنكسي فاليريني غير كامل) أو آفة دانية مزيلة للنخاعين، أو آفة على مستوى الجذور العصبية أو أعلى. من جهة أخرى إذا حدثت الأعراض منذ عدة أسابيع أو أكثر، فإن نفس الموجودات تشير إما إلى آفة دانية مزيلة للنخاعين، أو على مستوى الجذور العصبية أو أعلى. إذا كان المريض يعاني من اعتلالات رقبية جذرية مزمنة و تعرض لحادث في منطقة العنق مما أدى

لازدياد الأعراض ، عندها يستعمل التخطيط العصبي العضلي لتحديد فيما إذا كانت هذه الأعراض نتيجة الإصابة الحديثة أو تفاقم الإصابة القديمة[12].

6) تحديد موضع الاعتلال العضلي:

تقدم الدراسة الكهربائية التشخيصية معلومات مفتاحية في تحديد موضع الآفة العضلية، فعلى الرغم من أن معظم أمراض العضلات تأخذ نمط التوزع الداني، إلا أنه في بعض الحالات مثل الضمور العضلي من النمط I يكون التوزع قاصي، كما أن معظم الآفات العضلية تكون متناظرة، إلا أن وجود عدم تناظر إما سريري، أو كهربائي، يمكن أن يشير إلى التهاب عضلات بالمشتملات، بينما التهاب العضلات العديد أو التهاب الجلد و العضلات لا تسبب هذه الأعراض[12].

7) التوضع في الوصل العصبي العضلي:

على الرغم من أن اضطرابات الوصل العصبي العضلي ليست نادرة، إلا أنه إذا حدث فإن الدراسة الكهربائية التشخيصية لا تساعد فقط في تشخصي وجود الآفة، بل تضيف معلومات هامة جدا للتشخيص.

1) تحديد توزع الإصابة في الوصل العصبي العضلي (داني أو مُقلي أو معمم).

فمثلاً الوهن العضلي الوخيم يصيب بالدرجة الأساسية عضلات المقلة و المحركة للعين.

2) تحديد موضع للآفة هل هو قبل المشبك presynaptic أو بعد المشبك postsynaptic

3) تحديد هل الآفة وراثية أو مكتسبة.

الخلاصة :

الهدف الأساسي لاختبارات التخطيط العصبي العضلي الكهربائي ENMG هو تحديد مكان الإصابة، و نمطها، و شدتها[12].

❖ **القواعد الأساسية عند إجراء دراسة النقل العصبي و تخطيط العضلات الكهربائية**[20]:

1) دراسة النقل العصبي NCS و تخطيط العضلات الكهربائية EMG هي اختبارات تشخيصية مكملة.

لا يمكن إنجازها إلا بعد إجراء الفحص السريري الجيد، و لكل مريض خطة عمل مختلفة عن غيره اعتماداً على الأعراض و العلامات و التشاخيص التفريقية التي تم وضعها من خلال الفحص السريري.

2) اختيار عضلة قريبة و أخرى بعيدة تابعة للعصب أو الجذر العصبي بهدف تحديد مكان الإصابة، و يعرف هذا بمبدأ قاعدة القريب و البعيد.

3) عند اختبار عضلات الجذر العصبي يتم تنبيه عصب محيط متفرع عن هذا العصب.

4) إذا كان هناك شك بنتائج الاختبارات التشخيصية الكهربائية يجب أن نفكر بوجود مشاكل تقنية.

5) في حال التأكد من عدم وجود مشاكل تقنية يجب إعادة فحص المريض و استجوابه.

6) بجب تسجيل جميع النتائج التي نحصل عليها من خلال الاختبارات التشخيصية المخبرية :

كون الاختبارات التشخيصية تمتلك حساسية عالية، لذلك يمكن أن نكتشف عند إجراء هذه الاختبارات نتائج معينة لم يذكرها المرضى خلال الاستجواب، مثلاً مريض سكري لديه أعراض اعتلال أعصاب سكرية يمكن أن نجد في إطار التشخيص اعتلال عصب زندي.

7) يمكن للاختبارات التشخيصية الكهربائية أن تعطينا نتائج لا يجب تجاهلها حيث أن حساسية الاختبار يمكن أن تكشف الحالات تحت سريرية.

8) يجب ربط الموجودات السريرية دائما مع موجودات الدراسة الكهربائية Clinical electrophysiologic correlation.

ملاحظات قبل إجراء الاختبارات الكهربائية:

قبل البدء بإجراء الدراسة الكهربائية يجب أن نحصل على المعلومات التالية:

- ما هي الأعراض التي يعاني منها المرضى ؟
- متى بدأت الأعراض ؟
- هل توجد أي سوابق مرضية هامة (سكري ، قصة علاج كمياوي)هل يوجد أي ضعف و إذا كان موجودا" ما شدته؟
- هل المنعكسات (طبيعية أو ناقصة أو مشتدة)؟
- هل يوجد أي ضعف حسي و إذا كان موجودا" ما هو توزعه؟ و لأي إحساس (حرارة ، ألم ، إهتزاز .....الخ)؟

كل ما سبق بالإضافة إلى الفحص السريري تساعدنا في وضع التشخيص التفريقي، الذي بدوره يساعدنا في وضع خطة العمل لإجراء التشخيص الكهربائي، بمعنى أي عصب سيتم دراسته؟ أو أي عضلة؟ و فيما إذا كان هناك حاجة لاختبارات نوعية مثل التحريض العصبي المتكرر[12].

التشريح و الفيزيولوجيا:

يتطلب إجراء الاختبارات التشخيصية الكهربائية EDX و مقاربة النتائج بشكل صحيح معرفة و فهم جيد للفيزيولوجيا و التشريح. فإجراء دراسات النقل العصبي تتطلب معرفة بتوضع الأعصاب المحيطية و العضلات، و بالتالي يتم وضع إلكترودات التسجيل و التحريض بمكانها المناسب.

إن المعرفة بالأساسايات الفيزيولوجية على المستوى الخلوي الجزيئي مهم لمقاربة النتائج الطبيعية و المرضية، إضافةً إلى ذلك فإن المعرفة بالفيزيولوجيا و التشريح أساسية في فهم الجوانب التقنية للدراسة الكهربائية التشخيصية.

مفهوم الاستقطاب:

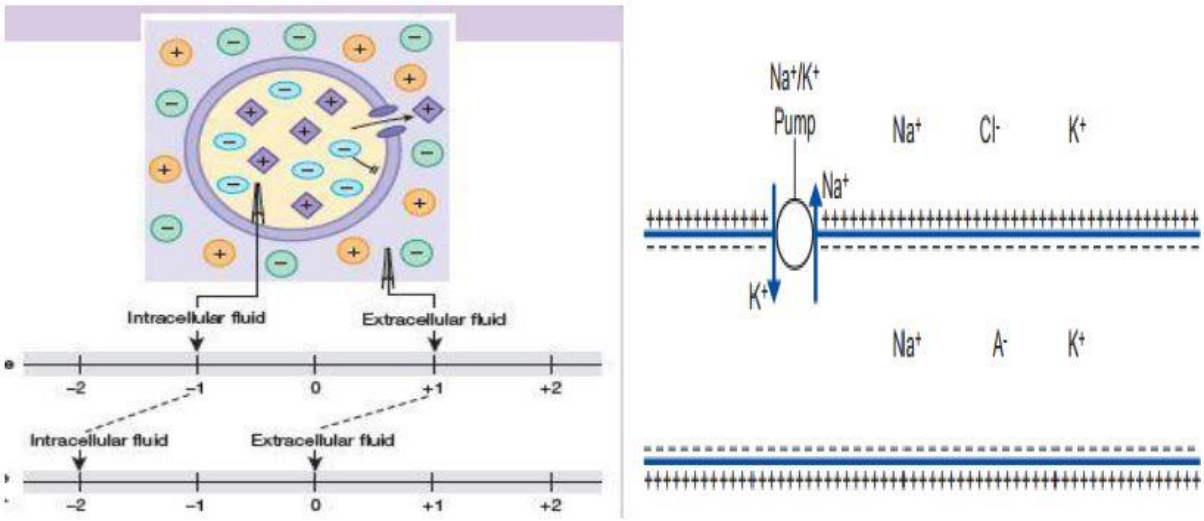
إن معظم الذوائب المنحلة في سوائل الجسم داخل و خارج الخلايا بما فيها المركبات العضوية كالبروتينات و اللاكتات هي عبارة عن شوارد، و بالتالي فهي تحمل شحنات كهربائية[21].

يشير مصطلح الاستقطاب في اللغة إلى جذب الأشياء و تجمعيها في مكان واحد، ففي الخلية الحية تتركز الشحنات السالبة و تتجمع داخل الخلية بينما تتركز الشحنات الموجبة خارجها، و بالتالي يتشكل في الخلية قطبين قطب خارج الخلية موجب (+) و قطب داخلي الخلية سالب (−) و نقول أن الخلية مستقطبة، و بالتالي فإن غشاء الخلية يفصل بين وسطين غير متكافئين كيميائياً و كهربائياً مما يؤدي إلى خلق مدروج كيميائي و كهربائي[14] صورة7.

و يعود السبب وراء ذلك إلى بنية الغشاء الخلوي المكونة من طبقة مضاعفة من الفوسفوليبيديات الشحمية، حيث يكون هذا الغشاء غير نفوذ للبروتينات الكبيرة المشحونة سلبياً، و التي تتركز داخل الخلية، بالإضافة إلى شوارد الفوسفات فيمنعها من الخروج إلى الوسط خارج الخلية، بينما يسمح الغشاء بتسرب شوارد البوتاسيوم، مما يؤدي إلى كسب في الشحنات الموجبة في الوسط خارج الخلية، بالمقابل تعمل مضخة الصوديوم بوتاسيوم على ضخ 3

شوارد صوديوم الى الوسط خارج الخلية، مقابل ضخها لشاردتتي بوتاسيوم فقط الى الوسط داخل الخلية، مما يؤدي الى كسب إضافي في الشحنات الموجبة خارج الخلية، وبالتالي ينجم عن عدم التكافؤ هذا في توزع الشحنات على جانبي الغشاء تشكل كمون كهربائي يتولد بين داخل الخلية وخارجها والذي يمكن قياسه بوسائل مختلفة، حيث اصطُلح على اعتبار خارج الخلية هو القيمة المرجعية ومقدارها 0 ، وتم قياس كمون داخل الخلية مقارنة بخارجها، لذلك أعطي كمون الغشاء قيمة سالبة وهي قيمة اصطلاحية وهذا الكمون الكهربائي صغير جداً من رتبة الملي فولط، حيث يبلغ هذا الكمون في غشاء الألياف العصبية الكبيرة حوالي 90- ملي فولط[21]

صورة7



صورة 7 : غشاء الخلية العصبية ، الإستقطاب و توزع الشوارد على جانبي الغشاء و مضخة الصوديوم بوتاسيوم .[Hall, J. E. (2016)]

مفهوم كمون الراحة وكمون العمل:

كل خلية حية هي خلية مستقطبة فطالما كانت الخلية تحصل على الأوكسجين (تتنفس) وتحصل على غلوكوز (تتغذى) فإنها تنتج ATP، وبالتالي تعمل مضخاتها على خلق عدم تكافؤ في توزع الشحنات على جانبي الغشاء، وهذا ما عرَفناه بالاستقطاب، وبالتالي كل خلايا الجسم الحية تمتلك كمون كهربائي عبر غشائها.

تتميز الأنسجة القابلة للاستثارة (نسجي عصبي و عضلي الخ ....) عن بقية أنسجة الجسم، أنه في حال تمت استثارة خلاياها بمنبه مناسب يصبح غشاء الخلية نفوذاً بشكل كبير لشوارد الصوديوم، مما يؤدي إلى تدفقها بشكل كبير وهذا ما يعرف بزوال الاستقطاب، و يصبح الكمون الكهربائي عبر الغشاء (0) أو أعلى من الصفر (موجباً) فنحصل على كمون كهربائي جديد يسمى هذا الكمون كمون العملAction potential لأنه يترافق مع إنجاز عمل، فإذا كانت خلية عصبية تفرز ناقل عصبي أو إذا كانت خلية عضلية تتقلص، أي تتميز الأنسجة القابلة للاستثارة بوجود كمونين كهربائيين عبر غشائها واحد في غياب التنبيه يسمى كمون الراحة و الآخر بوجود المنبه يسمى كمون العمل.

النقل عبر المحوايز غير المغمدة:

يؤدي تنبيه جزء من المحوار العصبي و دخول شوارد الصوديوم عبر الغشاء، إلى انتشار هذه الشوارد داخل لمعة المحوار، و بالتالي حدوث زوال استقطاب جزئي في الغشاء مما يؤدي إلى انفتاح أقنية الصوديوم و تدفقه و زوال استقطاب هذه القطعة، و هكذا تنتشر موجة زوال الاستقطاب على طول المحوار[21].

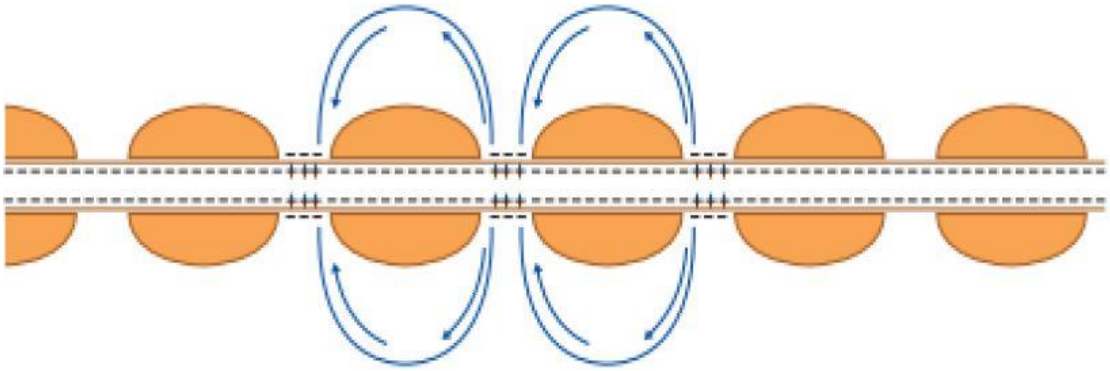
المحاوير المغمدة بالنخاعين:

النقل القفزي: تتميز المحاوير العصبية الكبيرة بأنها مغمدة بالنخاعين، حيث يكون هذا النخاعين على شكل قطع تحيط بالمحوار (صورة 8)، حيث تترك هذه القطع فيما بينها فراغات تعرف بعقد رانفييه Nodes of Ranvier تتركز فيها أقنية الصوديوم، يتميز النقل عبر المحاوير المغمدة بالنخاعين مقارنة بالمحاوير غير المغمدة بما يلي:

1)النقل عبر فواصل على طول المحوار مما يعطي النقل سرعة أكبر بمقدار 5 إلى 50 ضعف.

2) حفظ طاقة المحوار لأنه يزيل الاستقطاب في العقد فقط.

3) العزل الجيد الذي تأمنه قطع النخاعين تسمح بعودة استقطاب سريع مع نقل عدد أقل من الشوارد، لذلك عندما تبدأ قنوات الصوديوم بالانغلاق في نهاية كمون العمل، تحدث عودة الاستقطاب بسرعة كبيرة حتى قبل أن تكون قنوات البوتاسيوم قد فُتحت، لذلك فإن نقل الدفعة العصبية في الليف العصبي النخاعيني يكون قد تم بشكل كامل تقريباً بواسطة نقل الشوارد عبر قنوات الصوديوم المبوبة بالفولتاج مع مساهمة قليلة لشوارد البوتاسيوم[21].



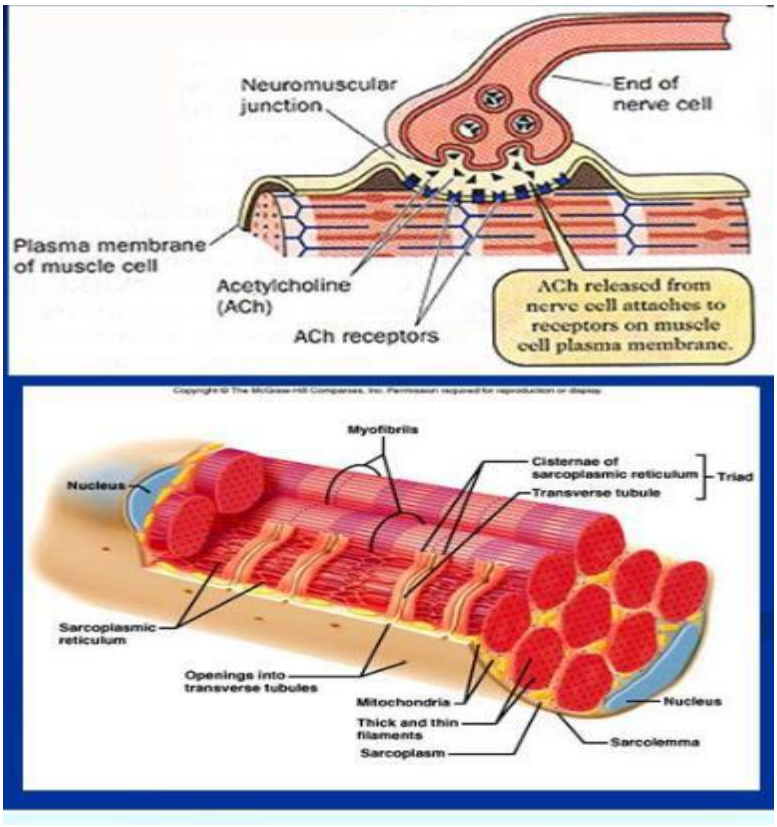
صورة 8: النقل القفزي [Hall, J. E. (2016)].

❖ إثارة الليف العصبي:

الوسائل الاعتيادية لإثارة عصب أو عضلة ما في مخبر التجارب هو تطبيق كهرباء على سطح العصب أو العضلة عبر مسريين صغيرين أحدهما ذو شحنة سالبة و الآخر ذو شحنة موجبة، و عند تطبيق ذلك نجد أن الغشاء المستثار قد تنبه بالمسرى السالب. السبب في حدوث ذلك هو التالي: بما أن كمون الفعل يبدأ بانفتاح قنوات الصوديوم المبوبة بالفولتاج، و علاوة على ذلك فإن هذه القنوات تفتح عند نقص الفولتاج الكهربائي عبر الغشاء. فإن التأثير السلبي عبر الإلكترود ينقص الفولتاج على السطح الخارجي للغشاء إلى قيمة سلبية أقرب إلى فولتاج الكمون السلبي داخل الليف، و هذا ينقص الفولتاج الكهربائي عبر الغشاء و يسمح لقنوات الصوديوم بالانفتاح محدثاً بذلك كمون فعل و يحدث العكس عبر المصعد[12].

❖ اللوحة المحركة :

تعطي الألياف العصبية المحركة عند دخولها بطن العضلة تفرعات عديدة ينتهي كل منها بانتفاخ صغير يدعى الزر الانتهائي، يختزن الزر داخله حويصلات عديدة تحتوي على الناقل العصبي الأستيل كولين، تجاور هذه الأزرار منطقة متسمكة من العضلة تدعى اللوحة المحركة صورة5، حيث يؤدي وصول التنبيه إلى الأزرار الانتهائية إلى حدوث زوال استقطاب لغشائها و انفتاح أقنية الكالسيوم المبوبة بالفولتاج، مما يحفز التحام غشاء الحويصلات مع غشاء الزر و تحرر الأستيل كولين ضمن اللوحة المحركة التي تحتوي أليافها على وفرة من مستقبلات الأستيل كولين، الذي يرتبط مع مستقبلاته مما يؤدي إلى انفتاح أقنية الصوديوم، و حدوث زوال استقطاب لغشاء الألياف العضلية، حيث ينتشر زوال الاستقطاب إلى الألياف المجاورة و الأنابيب T مما يحفز تحرر الكالسيوم من الشبكة السيتوبلازمية الباطنة الملساء و هذا يسبب بدوره انزلاق خيوط الأكتتين على الميوزين[12] صورة9.



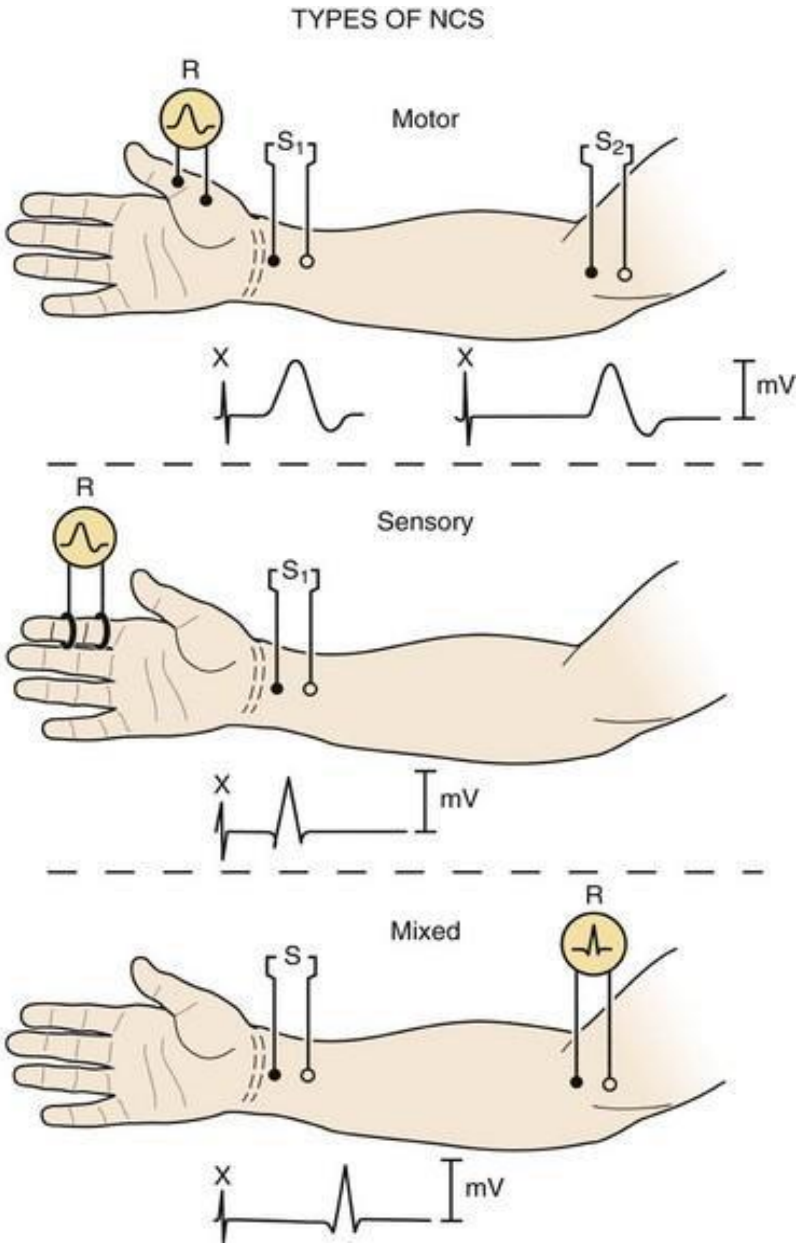
صورة 9: اللوحة المحركة[Hall, J. E. (2016)]

أساسيات دراسات النقل العصبي:

بعد أخذ القصة المرضية و إجراء الفحص السريري تبدأ الاختبارات التشخيصية الكهربائية بدراسة النقل العصبي، أما تخطيط العضلات فيتم إجراؤه بعد إجراء دراسة النقل العصبي حيث نستخدم نتائج الأخير في وضع الخطة و مقاربة نتائج الفحص بالإبرة[12].

و كما يشير اسمها، فإن دراسات النقل العصبي هي اختبارات تشخيصية كهربائية تستخدم التيار الكهربائي الذي يولده المحرض (stimulator)، لتوليد كمون عمل في العصب المفحوص، بهدف تقييم مقدرة ألياف العصب على نقل كمونات العمل المتولدة سواء كانت هذه الألياف حسية، أو حركية ،أو مختلطة، لذلك فإن دراسات النقل العصبي تقسم إلى دراسات حركية، أو حسية، أو مختلطة.

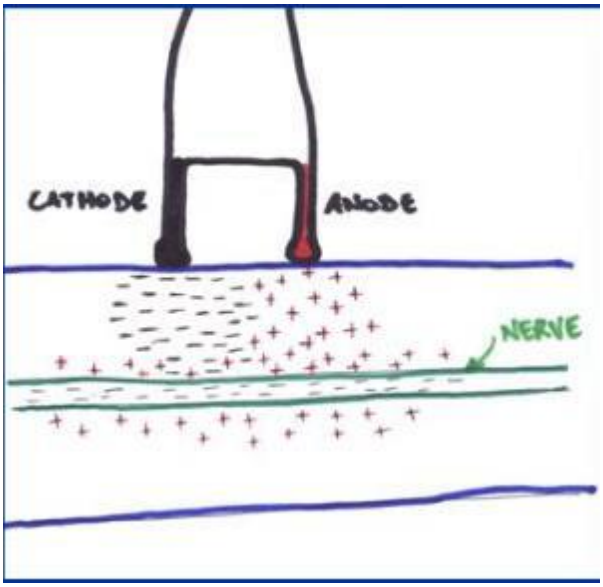
يتم إجراء دراسة النقل الحركي بوضع إلكترود التسجيل على عضلة قاصية، و تسجيل الإستجابة على شكل كمونات عمل من عضلة مختارة يعصبها العصب المدروس. يتم إجراء دراسة النقل الحسي بوضع إلكترود التسجيل على عصب حسي جلدي و تنبيه نهايات العصب (تقدمية)، أو العكس (تراجعية)، تتم الدراسة المختلطة للعصب بوضع الإلكترود على كامل العصب المختلط [12] صورة 10.



صورة 10: أنواع دراسات النقل العصبي[from preston & Shapiro,2013].

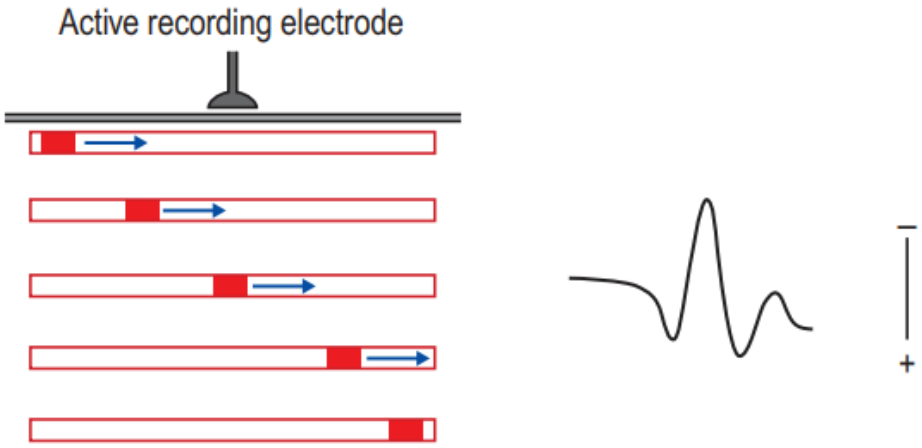
يتم التنبيه الكهربائي للعصب المحيطي بواسطة المحرض (stimulator) الذي يمتلك قطبين سالب (أسود) و موجب (أحمر) يتم وضعهما على نقطة ما على مسير العصب، حيث يؤدي وجود القطب السالب فوق العصب إلى إنقاص كمون الراحة (إنقاص الشحنة الإيجابية على السطح الخارجي لليف العصبي) (صورة 11) إلى حد يؤدي إلى انفتاح أقنية الصوديوم، و نشوء كمون عمل تنقله ألياف العصب المدروس، ليتم تحري الاستجابة في الدراسة الحركية بواسطة إلكترودات يتم وضعها على عضلة يعصبها هذا العصب، حيث تسجل هذه الإلكترودات

كمونات العمل المتولدة في العضلة، و تسمى كمون العمل العضلي المركب CMAP، أما الاستجابة في الدراسة الحسية فيتم تحريها بواسطة إلكترودات يتم وضعها على سطوح جلدية يعصبها العصب المدروس، حيث تلتقط هذه الإلكترودات كمونات العمل الحسية SNAP [12].



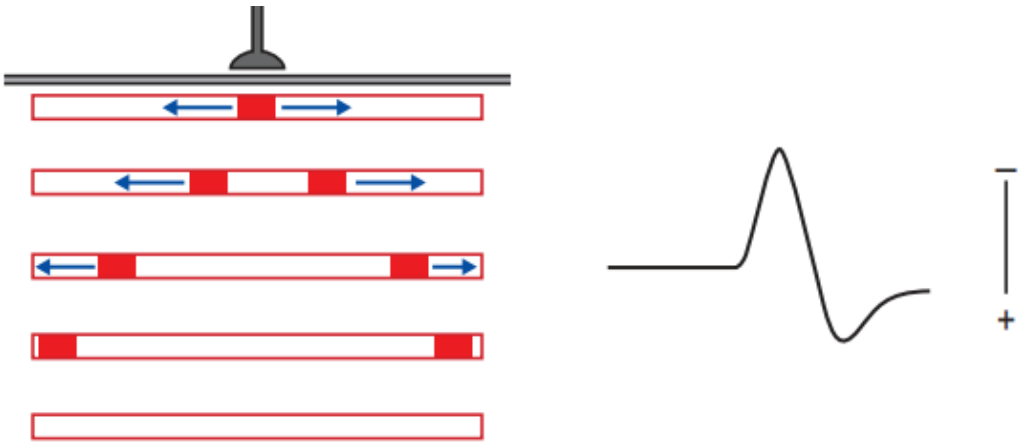
صورة 11 : توضيح تأثير الإلكترود الموجب في المحرض على كمون غشاء الليف العصبي.

يظهر إلكترود التسجيل على مستوى الليف العصبي أو العضلي موجة ثلاثية الطور، فعند اقتراب كمون العمل من إلكترود التسجيل يقوم هذا الإلكترود بتسجيل إنحراف إيجابي(ذروته نحو الأسفل)، أما عندما تصبح موجة كمون العمل تحت الإلكترود مباشرةً فإن هذا الإلكترود يسجل إنحرافا سلبياً (ذروته نحو الأعلى)، و عندما يبتعد كمون العمل عن الإلكترود يسجل أيضا إنحرافا إيجابيا (نحو الأعلى) [12]صورة 12.



صورة 12 : الموجة ثلاثية الطور [from preston & Shapiro,2013].

أما في حال تولد كمون العمل مباشرة تحت إلكترود التسجيل كما في دراسات النقل الحركي (يتولد كمون العمل في العضلة و إلكترود التسجيل فوقها)، يظهر عندها كمون العمل العضلي المسجل على شكل موجة ثنائية الطور تبدأ بطور سلبي (ذروته نحو الأعلى) يتلوه طور إيجابي يشير لابتعاد كمون العمل عنه[12] صورة 13.



صورة 13: موجة ثنائية الطور [from preston & Shapiro,2013].

دراسة النقل الحركي MOTOR CONDUCTION STUDIES[12]:

يتم إجراؤها أولاً قبل الدراسة الحسية و ذلك لعدة أسباب:

1. أقل اعتماداً على مشاركة المرضى مقارنةً بالدراسة الحسية المختلطة.

2. من الشائع أنه في حال وجود أذية عصبية أن تكون الاستجابة الحسية ضعيفة جداً أو غائبة.

3. من خلال إنجاز دراسة النقل الحركي أولاً، يمكننا تحديد مسار العصب، و أين يجب أن يتم تحريضه، و كمية التيار اللازم، و يمكن الحصول على معلومات كونه طبيعي أو غير طبيعي.

4. إذا تم إجراء الدراسة الحسية أولا" فإنه يمكن أن يضيع وقت طويل في التنبيه و محاولة تسجيل الاستجابة الحسية الغير موجودة.

مثال: في حال تم دراسة مريض لديه أذية متوسطة أو شديدة بالعصب الناصف على مستوى الرسغ، فإذا تم إجراء الدراسة الحركية أولاً، فإننا سنتمكن من معرفة مكان التنبيه الصحيح، و كمية التيار المطلوبة للتنبيه، و يمكننا أن نعرف هل العصب طبيعي أو مصاب. و بالتالي إذا قمنا بعدها بإجراء دراسة حسية فإننا سنعرف المكان الصحيح للتنبيه، و كمية التيار، و في حال لم نحصل على استجابة يمكننا أن نتأكد أن عملنا صحيح و لا يوجد خطأ تقني، و بالتالي نتجنب ضياع وقت في محاولة إظهار الاستجابة في حال تم إجراء الدراسة الحسية أولاً.

الخلاصة : قم بإجراء دراسة النقل الحركي العصبي أولاً، ستكون عندها الدراسة أكثر موضوعية، و فعالة، و متحملة بشكل أفضل من قبل المرضى.

5. تكون الاستجابة في دراسة النقل العصبي ضمن مجال عدة ميلي فولتات mV، بعكس الاستجابة العصبية الحسية، أو المختلطة، و التي تكون بالميكروفولط و بالتالي تأثرها بالتشويش الكهربائي يكون أقل.

6. يوضع إلكترود التسجيل الفعال (يعرف أيضا ب (G1) على مركز العضلة (فوق اللوحة المحركة) أما الإلكترود المرجعي يعرف أيضاً بالإلكترود (G2) يوضع بعيداً فوق وتر العضلة. يتم وضع المحرض Stimulator فوق العصب الذي يعصب العضلة مع وضع القطب السالب cathode أقرب إلى إلكترود التسجيل.

من المفيد تذكر قاعدة الأسود للأسود black to black التي تشير إلى أن الإلكترود الأسود المحرض (القطب السالب) يجب أن يواجه إلكترود التسجيل الأسود (الكترود التسجيل الفعال)، بالنسبة للدراسات الحركية مدة النبضة الكهربائية ms200 و معظم الأعصاب تحتاج تيار يتراوح بين 50–20 mA لتحقيق التنبيه فوق الأعظمي supramaximal ، مع زيادة شدة التحريض بالتدريج بمقدار 5 ملي أمبير فإن مزيدا"من الألياف العضلية يتولد فيها كمونات عمل. مجموع الألياف العضلية التي يتولد فيها كمون عمل يعرف ب compound muscle action potential (CMAP) و عندما يتم رفع التيار لدرجة لا توجد فيها زيادة في الألياف العضلية المستجيبة يسمى التنبيه عندها supramaximal فوق أعظمي.

يكون شكل موجة CMAP ثنائية الطور مع انحراف بدئي سلبي نحو الأعلى صورة 14 و يتم قياس الإرتفاع amplitude و المدة duration و المنطقة area و فترة الاستتار.

فترة الاستتار latency: هي الفترة الممتدة من بدء التنبيه حتى بدء ارتسام انحرافات CMAP حيث تمثل هذه الفترة الأحداث التالية :

1. زمن النقل العصبي من موضع التنبيه إلى الوصل العصبي العضلي.
2. زمن التأخير عبر الوصل العصبي العضلي.
3. زمن انتشار و زوال الاستقطاب عبر العضلة.

تقدر بالميلي ثانية و تعكس فقط النقل الحركي في الألياف الأسرع.

الإرتفاع amplitude : يقاس عادةً من خط السواء إلى ذروة الموجة السالبة، و هو يعكس عدد الألياف العضلية المزال استقطابها، و بالتالي انخفاض ارتفاع الموجة يعكس عادة تخرب المحاور، و يمكن أن تحدث أيضاً بسبب الآفات المزيلة للنخاعين و بعض آفات الوصل العصبي العضلي و اعتلالات العضلات.

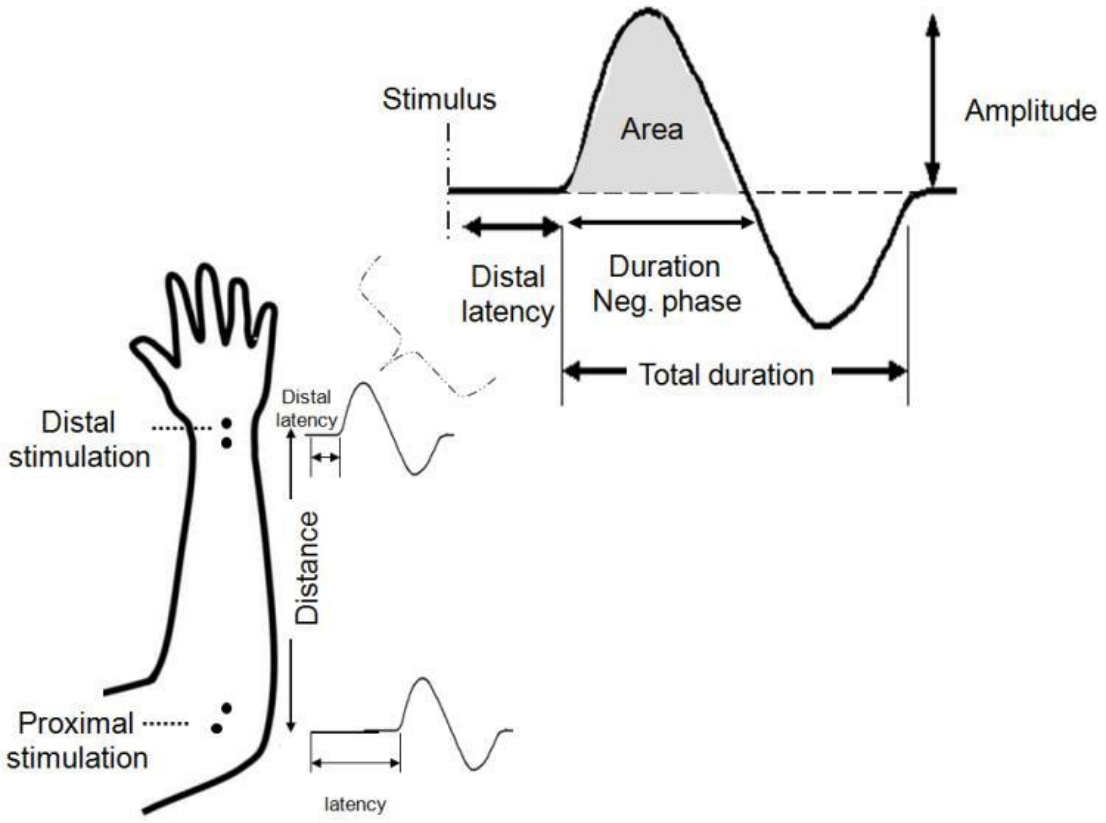
المساحة area : مساحة ال CMAP و تقيس المسافة من خط السواء إلى ذروة الانحراف السلبي، حيث يتم حسابها آلياً باستخدام البرنامج الحاسوبي.

مساحة الانحراف السلبي في CMAP تعكس أيضاً عدد الألياف العضلية المزال استقطابها.

الاختلاف في مساحة CMAP المسجل دانياً و قاصياً يشير بشكل هام إلى حصار النقل الذي يحدث في الآفات المزيلة للنخاعين.

المدة duration : و تقيس المدة من الانحراف البدئي عن خط السواء إلى أول عبور لخط السواء(مدة الانحراف السلبي) و التي يمكن أن تقاس من بداية إلى نهاية الانحراف.

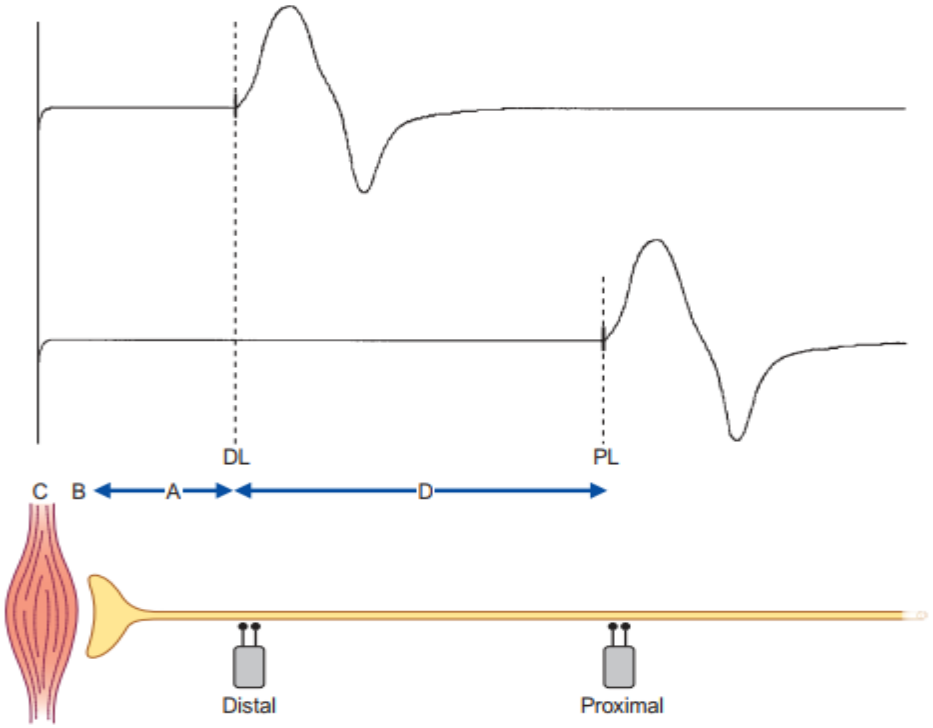
التزامن (synchrony): و هي تقيس إلى أي حد الألياف العضلية تطلق تنبيه بنفس الوقت، تتطاول المدة عندما يوجد بطء بالنقل (الآفات المزيلة للنخاعين)[12].



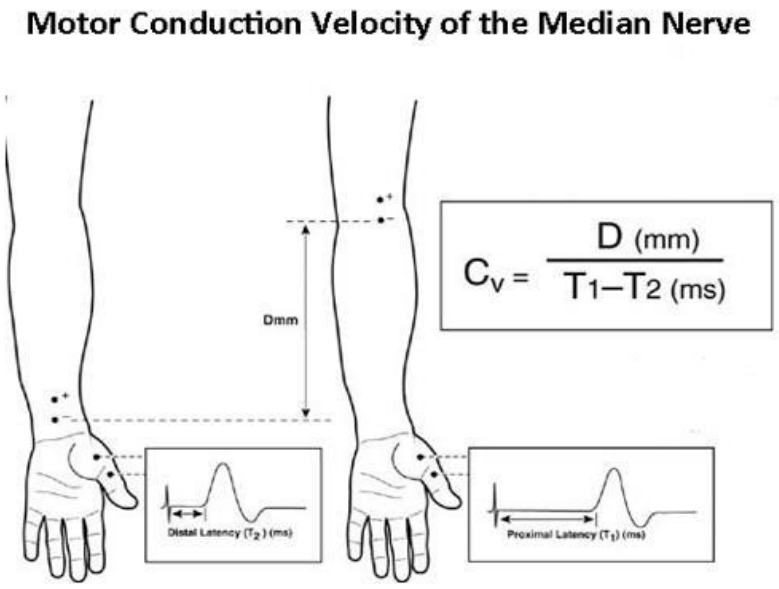
صورة 14 : شكل الموجة ثنائية الطور الناتجة عن الكمونات العضلية المشتركة في دراسة النقل الحركي[from preston & Shapiro,2013].

سرعة النقل conduction velocity:

دراسة سرعة النقل الحركي تقيس سرعة المحاور الحركية الأسرع نقلاً في العصب المدروس، و التي تحسب بتقسيم المسافة المقطوعة على الزمن، و يتم ذلك بإجراء تحريض واحد من نقطة قاصية، و الثاني دانية، ثم طرح زمن الكمون و تقسم المسافة بينهما على زمن الكمون و تقدر بال m/s صورة 15 و 16[12].



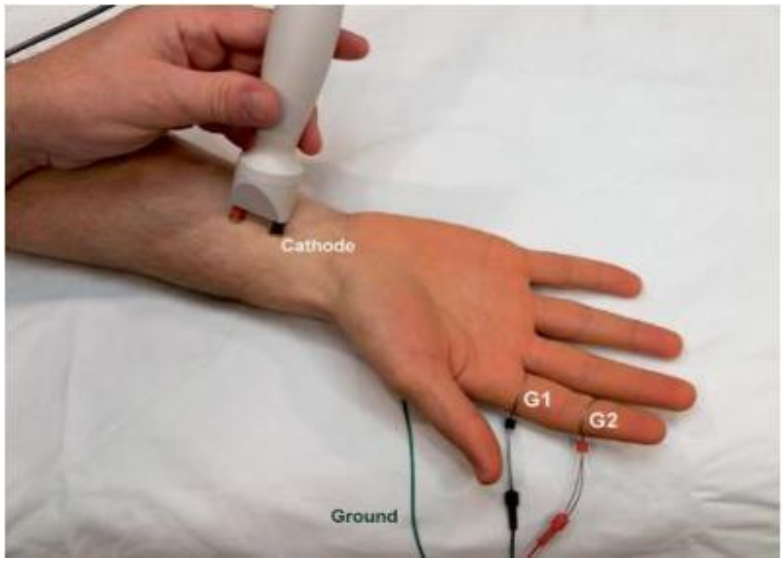
صورة :15حساب سرعة النقل في دراسات النقل الحركي[from preston & Shapiro,2013].



صورة 16:حساب سرعة النقل في دراسات النقل الحركي (تحريض العصب الناصف في نقطتين دانية في الرسغ و قاصية في المرفق[from preston & Shapiro,2013].

دراسة النقل الحسي sensory conduction studie :

بعكس دراسة النقل الحركي التي تعكس فيها كمونات العمل العضلي المشترك CMAP النقل على طول العصب، والوصل العصبي العضلي، والألياف العضلية، ففي دراسات النقل الحسي يتم فقط تقييم الألياف الحسية، ولأن الاستجابة الحسية صغيرة جدا" تتراوح بين 1 الى 50 ميكروفولط، فإن العوامل التقنية والتشويش الكهربائي لها تأثير هام، يتم وضع الالكترودات G1 وG2 على مسار العصب المدروس و المسافة بينهم 2.5 الى 4 سم حيث يُوضع الإلكترود الفعال G1 قربيا" من المحرض، يكون إلكترود التسجيل بشكل حلقي في الدراسة الحسية، مدة التيار المستخدم في التحريض 100 أو 200 مل ثانية وشدة التيار من 5 إلى 30 ملي أمبير لتحقيق التنبيه فوق الأعظمي، فهو أقل من المستخدم في دراسة النقل الحركي وذلك كون الألياف الحسية عادة ما تمتلك عتبة تنبيه أقل من الألياف الحركية. يتم زيادة التنبيه تدريجيا بمقدار ضئيل 3 الى 5 ميلي أمبير حتى الوصول إلى تسجيل كمون حسي أعظمي يسمى هذا الكمون كمون العمل العصبي الحسي sensory nerve action potential(SNAP) للعصب المدروس، ويكون بشكل موجة ثنائية أو ثلاثية يتم فيها قياس الكمون، والمدة، و الارتفاع. بعكس الدراسات الحركية يتم قياس سرعة النقل الحسي من نقطه تنبيه واحدة بقياس المسافة بين المنبه والإلكترود الفعال وتقسيمها على فترة كمون واحدة [12] صورة 17.



صورة 17: الدراسة الحسية للعصب الناصف[from preston & Shapiro,2013].

الاستتار البدئي onset latency:

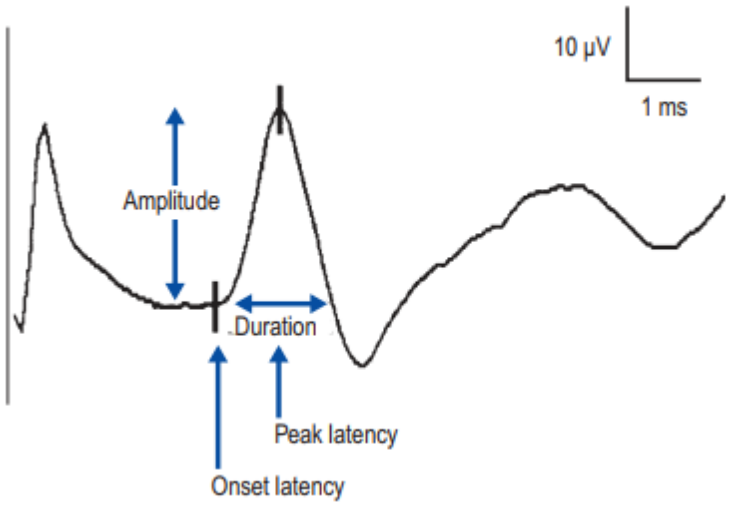
هو الوقت من التنبيه الى بدء الانحراف السلبي عن خط السواء في حال كان SNAP ثنائي الطور، أو إلى بداية الذروة الإيجابية بالنسبة إلى SNAP ثلاثي الطور. الاستتار البدئي يمثل زمن النقل العصبي من بدء التنبيه حتى وصوله إلى إلكترودات التسجيل للألياف الحسية الجلدية الأكبر للعصب المدروس[12].

ذروة الاستتار Peak latency:

هي المدة حتى نقطه المنتصف لأول ذروة سلبية الارتفاع من خط السواء إلى الذروة السلبية، و لكن يمكن أن تقاس أيضاً من الذروة السلبية إلى الإيجابية، و تعكس مجموع كل الألياف الحسية المزال استقطابها[12].

المدة Duration :

تقاس مثل CMAP من بدء الكمون إلى أول عبور لخط السواء(مدة الذروة السلبية)، و لكن يمكن قياسه من بداية إلى نهاية الانحراف[12] صورة 18.



صورة:18 الكمونات الحسية المسجلة في دراسات النقل الحسي[from preston & Shapiro,2013].

سرعة النقل conduction velocity:

بخلاف سرعة النقل الحركي التي تتطلب نقطتي تنبيه، فإن سرعة النقل الحسي تتطلب نقطة واحدة فقط لحسابها من خلال تقسيم المسافة على فتره بدء الكمون.

سرعة النقل الحسي تمثل سرعة الألياف الحسية الجلدية الأسرع في العصب المدروس.

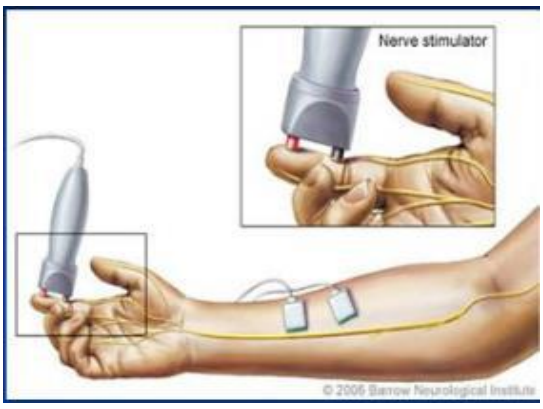
سرعة النقل الحسي في الاجزاء القاصية هي نفسهاonset latency .

تقاس سرعة النقل الحسي في الأجزاء الدانية من خلال إجراء تنبيه داني وحساب المسافة وفترة الكمون من الجزء القاصي و الداني [12].

اعتبارات خاصه لدراسات النقل الحسي (Orthodromic Vs Antidromic) :

عند تنبيه العصب في نقطة معينة فإن زوال الاستقطاب ينتشر بالاتجاهين بعيداً عن نقطة التنبيه، و بالتالي فإن دراسات النقل الحسي يمكن إجراؤها بالاتجاهين التقدمي (باتجاه المستقبلات الحسية) صورة 18، و تراجعي (بعيداً عن المستقبلات الحسية) صورة 19.

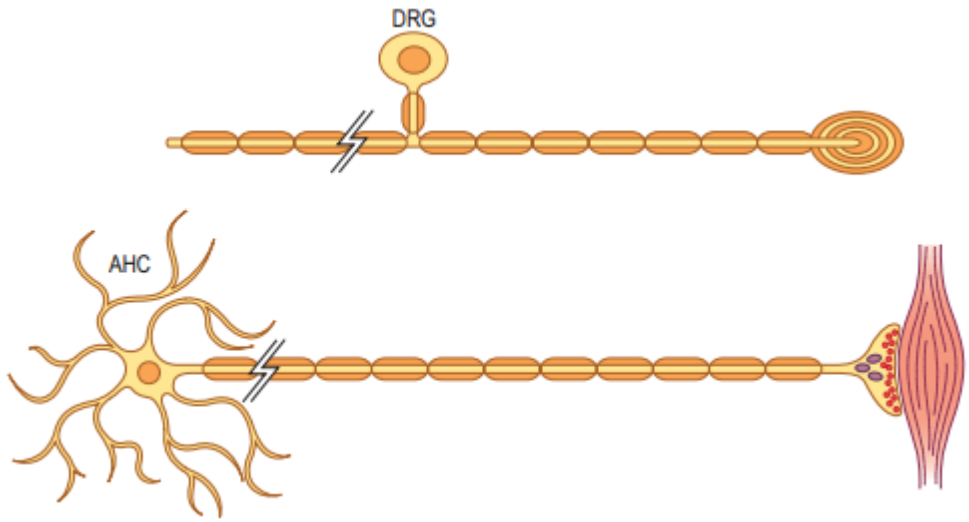
فمثلاً عند تنبيه العصب الناصف في الرسغ يمكن استقبال كمونات العمل في إلكترود حلقي حول الأصبع، أو العكس يمكن تنبيه الإلكترود الحلقي في الأصبع واستقبال التنبيه في الرسغ.



صورة 19 : تنبيه تراجعي في الدراسات الحسية[from preston & Shapiro,12]

بشكل عام فإن تقنيات التسجيل الراجع أفضل من التقدمي، و لكن لكل منها إيجابياته وسلبياته، فمثلاً ارتفاع الموجة أعلى بالطريق الراجع مما يجعل تسجيل الموجات أسهل، و هي الميزة الأساسية في هذا التكنيك. أما مساوئها فإن التنبيه الراجع يمكن أن يؤدي إلى تنبيه كامل ألياف العصب (الألياف الحركية) [12].

الآفات الدانية قبل العقدة على الجذور الخلفية ينتج عنها كمونات عمل عصبية طبيعية، حيث تكون هذه العقد مكونة من خلايا عصبية حسية أولية ثنائية القطب مع استطالة مركزية يتفرع منها فرعين إلى النخاع الشوكي والآخر يشكل الألياف الحسية المحيطية. في حال حدثت الأذية قبل العقدة وأجرينا دراسة كهربائية حسية تكون الاستجابة طبيعية [12] صورة 20.



صورة20: صورة توضيحية للأذيات التي تحدث قبل العقدة، تعطي دراسة حسية طبيعية أما الحركية فمضطربة.

[from preston & Shapiro,2013]

دراسات النقل المختلط :

تعكس كمونات عمل الألياف الحسية و الحركية على كامل العصب، أشيع الأعصاب التي يمكن دراسة النقل المختلط فيها هي الناصف و الزندي و الظنبوبي [12].

أساسيات التنبيه:

استخدام التحريض فوق الأعظمي supramaximal stimulation :

للحصول على المعلومات الصحيحة يجب أن يتم تنبيه كل الألياف الموجودة على العصب وفي جميع الإتجاهات، إذا كان التيار منخفضاً فإنه لن يتم تنبيه كل الألياف، بالمقابل فإن التيار العالي جدا" يمكن أن ينتشر إلى الأعصاب المجاورة ويؤدي إلى تنبيهها (co–stimulation). التيار المناسب يختلف من شخص إلى آخر، ومن عصب إلى آخر، و المكان التشريحي. إذا كان العصب سطحياً فإنه يحتاج تيار أقل من العصب العميق. وللوصول إلى التحريض فوق الأعظمي يتم زيادة التيار تدريجياً وببطء حتى يصل ارتفاع الموجة إلى موقع الهضبة، بعدها يتم زياده التيار بمقدار 20 الى 25% للتأكد بأن الكمون لن يرتفع أكثر من ذلك[12].

2) التنبيه في أفضل نقطة optimize the stimulation site:

يجب التحريض في أفضل نقطة فوق العصب مباشرةً لتحقيق أعلى ارتفاع موجة مسجلة بأقل تيار ممكن، و ذلك حسب الموقع التشريحي لمسير العصب، يتم عندها إعطاء تيار منخفض ثم تحريك المحرض على مسار العصب حتى نحصل على أفضل ارتفاع، و بعدها يتم رفع التيار تدريجياً حتى الوصول إلى التيار فوق الأعظمي[12].

- **الشذوذات التشريحية Anomalous innervations:**
  - **تفاغر مارتن غروبر(Martin–Gruber Anastomosis):**

أكثر التنوعات التشريحية المشاهدة في الطرف العلوي هو الاتصال بين ألياف العصبين الناصف والزندي (تفاغر مارتن غربر). يشمل التشابك فقط الألياف الحركية أما الألياف الحسية فتبقى منفصلة، يحدث التشابك عادةً في منتصف الساعد من فروع العصب الناصف التي تزود العضلات المثنية السطحية في الساعد، أو على مستوى العصب بين العظام الأمامي أو مباشرة من الجذع الرئيسي للعصب الناصف. تعبر بعدها ألياف العصب

الناصف المتشابكة مع العصب الزندي قاصياً لتعصب أياً من البنى العضلية التالية التي يعصبها الزندي:

1. عضلات الضرة Hypothenar و تضم ثلاث عضلات (مقابلة و مباعدة و مثنية الأصبع الصغير (الخنصر))

2.العضلة بين العظمية الظهرية الأولى(The first dorsal interosseous muscle).

3. العضلات الرانفة(تشكل العضلات الداخلية للإبهام(و تمثل مقربة الإبهام ، مثنية الإبهام القصيرة ، مقابلة الإبهام ، و مبعدة الإبهام).

4. كل ما سبق معاً.

ولكن الأشيع هو تعصيب العضلة بين العظام الظهرية الأولى [12].

هذا الاتصال (التفاغر) شائع بشكل كبير ويمكن أن يشاهد في 15 إلى 30 % من المرضى، و في حال وُجد يمكن أن يكون أحادي أو ثنائي الجانب، و عند إجراء دراسة للنقل العصبي يمكن أن يشاهد هذا التفاغر بشكل روتيني في الظروف التالية:

- **دراسة روتينية للنقل عبر العصب الزندي مع ظهور حصار نقل كاذب بين الرسغ وتحت المرفق:**

أثناء الدراسة الروتينية للنقل الحركي في العصب الزندي، حيث يحدث تنبيه للعضلة مبعدة الأصابع الصغيرة عند تنبيه العصب على مستوى الرسغ أو في نقاط تحت مستوى المرفق[12].

ففي حال كانت ألياف التفاغر معصبة لمبعدة الأصابع الصغيرة، فإن النمط المميز للتخطيط يظهر على شكل انخفاض في ارتفاع كمونات العمل العضلية المركبة CMAP ، يظهر في حال التحريض بين الرسغ وأسفل المرفق. فللمقارنة عند تحريض العصب على مستوى الرسغ تتنبه كل الألياف المحركة التي تعصب عضلات

الضرة صورة 21، بينما التنبيه أسفل المرفق يقوم بتفعيل عدد ألياف أقل. على أية حال هذا المكان هو أعلى مكان للاتصال وبالتالي فإن الجزء من الألياف التي تعصب مبعدة الأصابع الصغيرة والتي تنشأ من العصب الناصف تكون قد اتصلت مسبقا" على مستوى الساعد، و لذلك لا تساهم في الكمونات العضلية المشتركة.

التشخيص التفريقي لهذا النمط من التخطيط (ارتفاع عالٍ على المستوى القاصي مقارنة بالداني) [12] يتضمن ما يلي :

1. تحريض زائد للعصب الزندي على مستوى الرسغ ينجم عنه تحريض مرافق للعصب الناصف.

2. تحريض أقل من الأعظمي submaximal للعصب الزندي في مستوى تحت المرفق.

3. حصار للنقل في العصب الزندي بين الرسغ وأسفل المرفق .

4. متلازمة مارتن غروبر مع وجود ألياف اتصال تعصب عضلات الضرة.

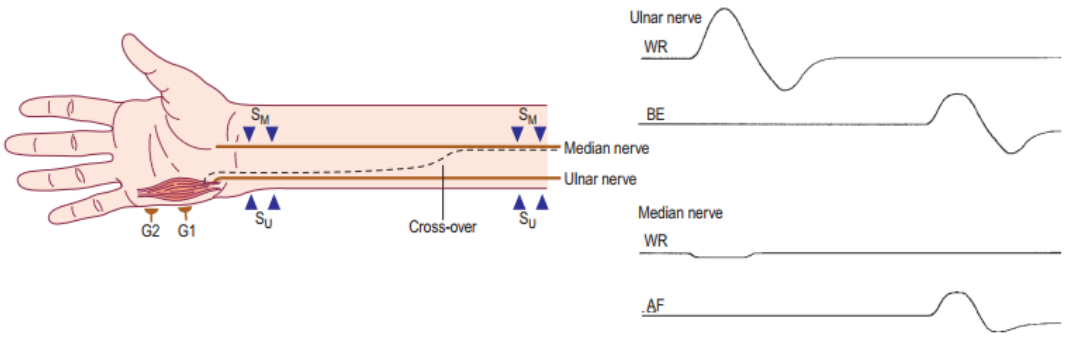
لذلك اول شيء نقوم به في حال وجود انخفاض في الكمونات العضلية المشتركة CMAPعند المقارنة بين الرسغ وأسفل المرفق هو التأكد من عدم وجود تحريض مشترك على مستوى الرسغ، أو وجود تحريض أقل من الحد الأعظمي على مستوى المرفق. لاحظ أنه في حال وجود انخفاض لحد 20% في الكمونات العضلية المشتركة على مستوى أسفل المرفق مقارنة مع الرسغ يعتبر طبيعي ناجم عن التشتت الزمني. الخطر الأساسي في عدم تمييز اتصال مارتن غروبر، هو أنه يمكن أن يتم مقاربة النتائج بشكل خاطئ على أنها آفة مزيلة للنخاعين، يمكن أن يترتب عليها علاج خاطئ بالأدوية الكابحة و المعدلة للمناعة والمعروفة بآثارها الجانبية [12].

متى ما ظهر انخفاض في ارتفاع موجات الكمونات العضلية المشتركة CMAP أكبر من 20% بين مناطق التحريض في الرسغ و المرفق خلال الدراسة الروتينية للعصب الزندي، يجب دائما إجراء تخطيط للعصب الناصف على مستوى الرسغ والحفرة المرفقية، بينما يتم تسجيل عضلات الضرة لتحري وجود تفاغر مارتن غروبر [12].

في حال عدم وجود مارتن غروبر يحدث انحراف إيجابي صغير يسجل عادةً عند التحريض في كل من الرسغ و الحفرة المرفقية مما يعكس كمونات النقل الحجمي من العصب الناصف معاً في حال وجود مارتن غروبر فإن الكمونات المنقولة حجمياً سوف تظهر عند تنبيه العصب الناصف بينما تنبيه العصب الناصف على مستوى الحفرة المرفقية سوف يحرض كمونات عمل عضلية مشتركة CMAP فوق مبعدة الأصابع الصغيرة [12].

ارتفاع كمونات العمل العضلية المشتركة المحرضة عبر تنبيه العصب الناصف على مستوى الحفرة المرفقية (المسجلة بعضلات الضرة) تساوي تقريباً الفرق بين الكمونات العضلية المشتركة المحرضة بتنبيه العصب الزندي على مستوى الرسغ و مواقع تحت المرفق (المسجلة عبر عضلات الضرة)، على أية حال من المهم عدم المبالغة في تحريض العصب الناصف على مستوى الحفرة المرفقية مما ينجم عنه تنبيه مرافق للعصب الزندي في المرفق و بالتالي إعطاء مظهر مارتن غروبر، ويتم تجنب ذلك من خلال تحريك المحرض ببطء من الحفرة المرفقية حيث العصب الناصف إلى المرفق حيث العصب الزندي[12].

في مارتن غروبر الحقيقي فإن كمونات العمل العضلي المشتركة CMAP المحرضة بتنبيه العصب الناصف على مستوى الحفرة المرفقية تختفي لفترة قصيرة، عندما يتم تحريك المحرض stimulator باتجاه العصب الزندي ولكن ليس فوقه، بعدها تعود للظهور عند تحريض العصب الزندي في المرفق.



صورة 21 :تفاغر مارتن غروبر Martin–Gruber anastomosis (MGA) [from preston & Shapiro,2013]

تعبر ألياف من العصب الناصف إلى العصب الزندي و تعصب عضلات الضرة، فعند الدراسة الحركية للعصب الزندي و تسجيل استجابة العضلة مبعدة الخنصر الصغيرة و تنبيه العصب في الرسغ و أسفل المرفق، نلاحظ انخفاض في ارتفاع كمونات العمل العضلية المسجلة عند تنبيه العصب في تحت المرفق مقارنة بالرسغ، إذا لم يتم تمييز هذه الحالة فإنها تُشخص على أنها حصار للنقل العصبي في الزند. لتأكيد هذه الحالة يتم تحريض العصب الناصف على مستوى الرسغ و الحفرة المرفقية، غياب الإستجابة على مستوى الرسغ يؤكد التشخيص[12]

دراسة النقل عبر العصب الزندي:

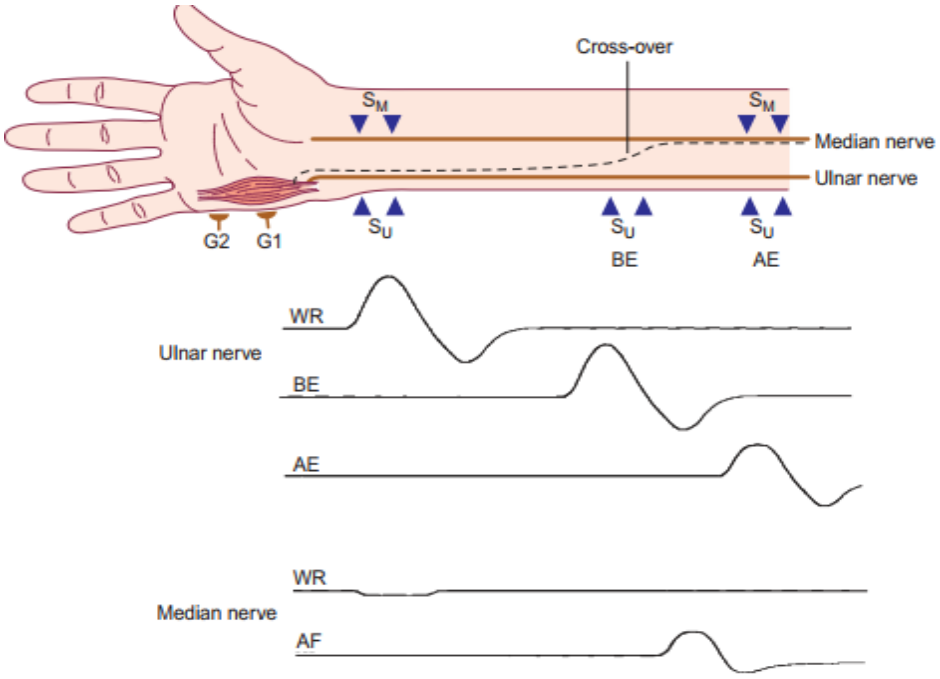
عند المرضى الذين لديهم اعتلال عصب زندي على مستوى المرفق أحد الموجودات الكلاسيكية بتخطيط الأعصاب الكهربائية وجود حصار للنقل عبر المرفق، بينما نجد هبوطاً بارتفاع كمونات العمل العضلية المشتركة CMAP بين المنطقتين أسفل وأعلى المرفق وذلك أثناء الدراسة الروتينية الحركية، هذا النمط يجب أن لا يفسر خطأً على أنه مارتن غروبر لأن الانخفاض في ارتفاع الكمونات العضلية المشتركة CMAP المشاهدة في مارتن غروبر تحدث بين الرسغ وأسفل المرفق محاكيةً الحصار على مستوى الساعد وليس المرفق، و لكن في حالات نادرة يحدث الاتصال في مارتن غروبر على مستويات دانية جداً، وعند إجراء التحريض ستؤثر على ارتفاع الكمونات العضلية المشتركة CMAP في المناطق تحت المرفق، بالمقابل التحريض فوق المرفق لا ينبه ألياف الاتصال وبالتالي تعطي انطباع حصار النقل عبر المرفق، في هذه الحالات التحريض تحت المرفق يمكن أن يحدث تحت مارتن غروبر وبالتالي مارتن غروبر يمكن أن يشخص خطأً على أنه اعتلال عصب زندي مع حصار نقل في المرفق[12].

يحدث ذلك في حال كانت نقطه التنبيه تحت المرفق قاصية بحيث يتم التحريض بشكل خاطئ لألياف الاتصال.

في أحد الدراسات على الجثث وجدت الدراسة أنه في مارتن غروبر يحدث الاتصال مع العصب الزندني تقريباً على بعد 8.4سم (5 الى 12 سم) قاصياً عن اللقيمة الأنسية، بينما الدراسات الكهربائية حددت الاتصال على

بعد3 سم بالاتجاه القاصي عن اللقيمة الأنسية، و بالتالي أكثر قرباً بالاتجاه الداني و بالتالي إذا تم التحريض تحت المرفق بمقدار 3 سم أو أبعد بالاتجاه القاصي بالنسبة للقيمة الأنسية خصوصاً أكثر من 5 سم فيكون هناك خطر لاستجابة مارتن دانية تحاكي نمط اعتلال عصب زندي مع حصار للنقل على مستوى المرفق[12] صورة 22.

اعتلال العصب الزندي الذي يحدث في منطقه المرفق يحدث إما على مستوى المرفق أو القناة المرفقية، يجب أن يتم على بعد 2 سم قاصي اللقيمة الأنسية وهي أكثر نقطة قاصية بالقناة المرفقية، و بالتالي تحريض العصب الزندي في منطقة المرفق يجب أن يكون بالحد الأقصى مسافة 3 سم بالاتجاه القاصي بالنسبة للقيمة الأنسية وليس أكثر من ذلك، ويجب دائماً التفكير بمارتن غروبر لدى كل مريض يحدث لديه حصار النقل في العصب الزندي على مستوى المرفق من دون وجود أي اضطرابات اخرى تقترح وجود اعتلال عصبي في منطقه المرفق [12].



صورة 22 : تفاغر مارتن غروبر داني يحاكي اعتلال عصب زندي على مستوى المرفق [from preston & Shapiro,2013]

دراسه النقل عبر العصب الزندي مع تسجيل العضلة بين العظام الظهرية الأولى (الشك بحصار النقل بين الرسغ و تحت المرفق) :

أشيع أشكال مارتن غروبر هي عندما يتم التشابك بين ألياف العصبين الناصف والزندي التي تعصب العضلة بين العظام الظهرية الأولى، على الرغم من ذلك فإن هذه الشذوذات عادةً لا يتم تمييزها أثناء الدراسة الحركية الروتينية للعصب الزندي وذلك لكون مبعدة الأصابع الصغيرة هي العضلة الأكثر تسجيلاً في دراسات النقل العصبي الزندي الروتيني، حيث أن العضلة بين العظام الظهرية عادةً ما تسجل في حالتين:

1) البحث عن آفة الفرع المحرك للعصب الزندي الذي يعصب الراحية العميقة (اعتلال العصب الزندي على مستوى الرسغ)
2) عند تقييم اعتلال عصب زندي متوقع على مستوى المرفق.

النمط الذي يقترح وجود مارتن غروبر على مستوى العضلة بين العظام الظهرية الأولى، مشابه للمشاهد عند إجراء الدراسة الحركية للعصب الزندي وتسجيل عضلات الضرة، مع وجود شذوذات تعصيب مبعدة الأصابع الصغيرة، حيث يوجد انخفاض في الارتفاع بين الرسغ وأسفل المرفق، و لإثبات وجود مارتن غروبر يتم تحريض العصب الناصف على مستوى الرسغ والحفرة المرفقية مع تسجيل العضلة بين العظام الظهرية الأولى باحثين عن ارتفاع أعلى للكمونات العضلية المشتركة CMAP عند التحريض على مستوى الحفرة المرفقية مقارنةً مع تحريض الرسغ. التحريض على مستوى الحفرة المرفقية ينجم عنه ارتفاع أكبر في الكمونات العضلية المشتركة CMAP مقارنةً مع تحريض الرسغ بسبب التحريض المشترك المضاف للألياف العابرة بالإضافة للمساهمة عبر التسجيل المشترك للعضلات المعصبة بالعصب الناصف المجاور[12] صورة 23

الدراسة الروتينية الحركية للعصب الناصف، الزيادة الدانية في ارتفاع كمونات العمل العضلية المشتركةCMAP:

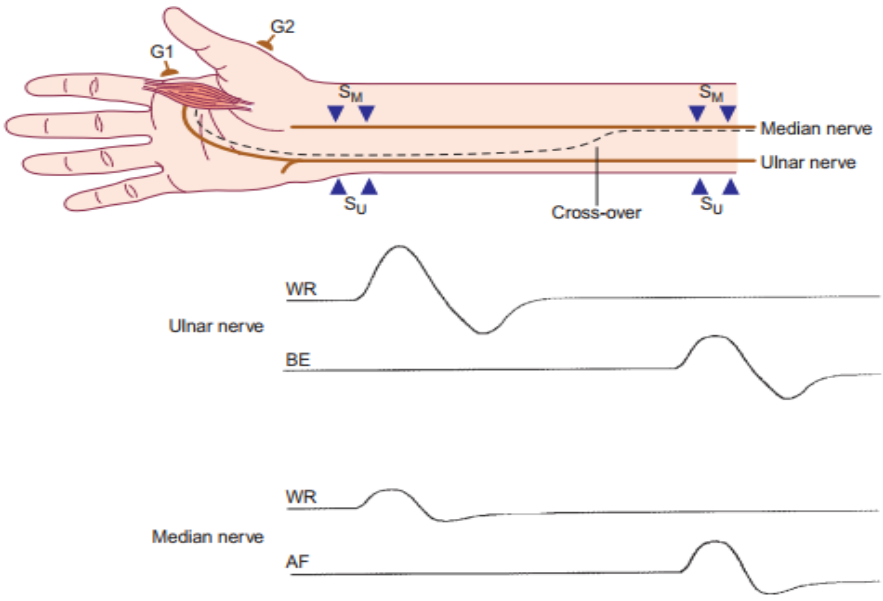
الحالة الثانية التي يجب توقع وجود مارتن غروبر فيها هي أثناء الدراسة الحركية الروتينية للعصب الناصف، عندما تعصب التفاغرات العصبية من الناصف إلى الزندي واحداً من عضلات الرانفة التي يعصبها الزندي (مقربة الإبهام أو الرأس العميق للعضلة قابضة الإبهام القصيرة) في هذا النمط من مارتن غروبر تعطي الدراسة الحركية للعصب الزندي تسجيلاً طبيعياً لمبعدة الأصابع الصغيرة. على أية حال أثناء الدراسة الروتينية للعصب الناصف حركياً و تسجيل العضلات الرانفة حيث يشاهد النمط المميز، ارتفاع كمونات عمل عضلية مشتركة CMAP أعلى عند تحريض العصب الناصف على مستوى الحفرة المرفقية مقارنةً بالرسغ. بعكس النمط المعتاد للارتفاع العالي للكمونات العضلية المشتركة مع التحريض القاصي. التشخيص التفريقي لهذا النمط:

1) التحريض تحت الأعظمي للعصب الناصف على مستوى الرسغ.

2) زيادة في التحريض للعصب الناصف على مستوى الحفرة المرفقية ينجم عنه تحريض مشترك للعصب الزندي

3) مارتن غروبر مع ألياف اتصال تعصب العضلات الرانفة .

ولتحديد وجود مارتن غروبر يجب على الفاحص تنبيه العصب الزندي على مستوى الرسغ وفي مناطق تحت المرفق أثناء تسجيل العضلات الرانفة ، في الحالة الطبيعية تنبيه العصب الزندي على مستوى الرسغ وتسجيل العضلات الرانفة يحرض كمونات عمل مع انحراف إيجابي بدئي ، هذه الكمونات العضلية المشتركة تعكس التعصيب الطبيعي للعصب الزندي لعضلات الرانفة . في حال عدم وجود مارتن غروبر و بالتالي فإن تنبيه العصب الزندي تحت مستوى المرفق سوف يحرض كمونات عضلية مشتركة بنفس الارتفاع، أما في حال وجود مارتن غروبر فإن ارتفاع الكمونات العضلية المشتركة سيعطي ارتفاع أقل عند تنبيه العصب الزندي تحت مستوى المرفق مقارنة مع مستوى الرسغ، ويعود ذلك إلى أن التنبيه في موقع تحت مستوى الرسغ يكون أعلى من مكان الاتصالات المتداخلة وبالتالي فإن الألياف المتداخلة لا تساهم بالكمونات العضلية المشتركةCMAP [12].



صورة :23 تفاغر مارتن غروبر تعبر الألياف العصبية المحركة من العصب الناصف عبر الزندي لتعصب العضلة بين العظام الظهرية الأولى، و هو الشكل الأشيع من أنماط مارتن غروبر يشاهد انخفاض في كمونات العمل العضلية الشتركة المسجلة من العضلة بين العظام الظهرية الأولى عند تنبيه العصب تحت المرفق مقارنة بالرسغ [from preston & Shapiro,2013].

- **اتصال (تفاغر) مارتن غربر و متلازمة نفق الرسغ انحراف داني إيجابي positive proximal deflection و نقل سريع كاذب:**

الحالة الأخيرة التي يجب أن يميز فيها مارتن غروبر تحدث عندما توجد متلازمة نفق رسغ مرافقة لاعتلال عصب ناصف على مستوى الرسغ، و لأن كلاً من مارتن غروبر ومتلازمة نفق الرسغ كلاهما معاً شائعان كثيراً لذلك من غير النادر مشاهدة اجتماع الحالتين سوياً، حيث يمكن مشاهدتهما معاً خلال دراسة حركية روتينية للعصب الناصف[12].

الأشياء التي يمكن أن توجه إلى وجود ترافق بين مارتن غروبر ومتلازمة نفق الرسغ ما يلي:

1) انحراف إيجابي عند تحريض العصب الناصف على مستوى الحفرة المرفقية، و ذلك أثناء تسجيل عضلات الرانفة (ملاحظة الانحراف الإيجابي لا يحدث عند تحريض العصب الناصف على مستوى الرسغ).

2) أحياناً سرعة نقل كبيرة مفاجئة في العصب الناصف المرافق في هذه الحالة يحدث تطاول في فتره الكمون الحركي للناصف عند التحريض على مستوى الرسغ.

كل ألياف العصب الناصف يجب أن تعبر خلال نفق الرسغ ولذلك يحدث فيها تأخير، على أية حال عندما يتم تحريض العصب على مستوى الحفرة المرفقية فإن معظم الألياف تسير هبوطاً ولكن بعض ألياف العصب الناصف تتجاوز نفق الرسغ من خلال التفاغر وتعصب عضلات الزندي، و لأن هذه الألياف تتجاوز قناه الرسغ فإنها تصل إلى اليد أسرع بكثير من ألياف الناصف التي يحدث فيها تأخير عند مرورها عبر نفق الرسغ، وعندما تُزيل استقطاب العضلات المعصبة بالزندي فإن انحرافاً إيجابياً يشاهد على مستوى الكترودات التسجيل مما يشير إلى أن زوال الاستقطاب حدث على مسافة بعيدة من إلكترودات التسجيل، علاوةً على ذلك و لأن ألياف الناصف المحرضة بشكل قاصي تتأخر بإيصال التنبيه بسبب إبطاء نفق الرسغ لها، بينما ألياف التفاغر التي تنقل التنبيه الناجم عن تحريض ألياف العصب الناصف دانياً تصل أسرع من المتوقع فإن فرق الوقت يظهر خطأً على أنه أقصر، إن سرعة النقل على مستوى الساعد هي بحدود 70 الى 75 متر في الثانية، و بالتالي أي سرعة تتجاوز هذا الحد مع انحراف إيجابي بدئي عند التحريض الداني تقترح وجود تفاغر مارتن غروبر مع متلازمة نفق رسغ. في بعض الحالات الشديدة من متلازمة نفق الرسغ فإن ألياف العصب الناصف التي تعبر لتشكل مارتن غروبر عبر الحفرة المرفقية، تحريضها يصل إلى الرانفة قبل أن يصل التنبيه الناجم عن تحريض العصب على مستوى الرسغ، و بسبب هذا التأخير الكبير الحاصل عند تنبيه الرسغ تحدث حالة نادرة(زمن الكمون الداني أقصر من الكمون القاصي في العصب الناصف)

proximal median latency is actually shorter than the distal median latency

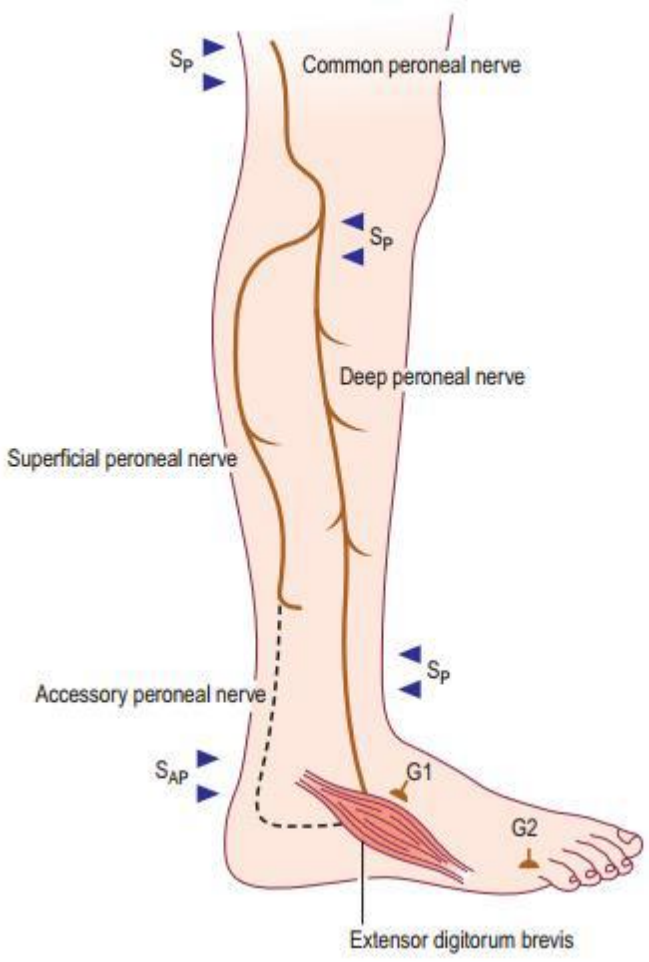
الانحراف الإيجابي الداني عند تحريض العصب الناصف يشاهد فقط عند تشارك مارتن غروبر مع متلازمة نفق الرسغ، أما إذا لم يكن هناك تأخير للإشارة التي تمر عبر نفق الرسغ، فإنها ستصل إلى اليد بنفس وقت وصول الإشارة التي تعبر عبر الألياف الشاذة، و في هذه الحالة فإن الانحراف الإيجابي الصغير من الألياف الشاذة يتقنع بالكمونات الطبيعية للعصب الناصف التي تحدث بنفس اللحظة. في بعض الحالات فإن الدراسة الحركية للعصب الناصف يمكن أن تكون طبيعية بشكل كلي باستثناء انحرافات إيجابية صغيرة عند التحريض الداني، عندما يحدث ذلك ولا يكون ناجماً عن خطأ تقني بمعنى لا يوجد فرط تحريض للعصب الناصف على مستوى الحفرة المرفقية، فإن ذلك يعني أنه يوجد تشارك بين اعتلال عصب ناصف على مستوى الرسغ ومارتن غروبر وبالتالي في هذه الحالة فإن وجود مارتن غروبر يمكن أن يساعد في توجيه التشخيص الكهربائي إلى وجود اعتلال عصب ناصف على مستوى الرسغ [12].

❖ **العصب الشظوي اللاحق Accessory peroneal nerve:**

التباين التعصيبي الأشيع في الطرف السفلي هو وجود العصب الشظوي اللاحق في المنطقة الربلية الوحشية، هذا الشذوذ يتضمن تعصيب العضلة باسطة الأصابع القصيرة Extensor brevis digitorum(EDB) هذه العضلة تسجل استجابتها عادة أثناء دراسات النقل الحركي الروتينية للعصب الشظوي، وعادةً تعصب بشكل كلي وحصري بالعصب الشظوي العميق[12] صورة24 . المرضى الذين لديهم عصب شظوي لاحق فإن العصب الشظوي العميق يعصب الجزء الأنسي من هذه العضلات بينما تقوم ألياف العصب الشظوي اللاحق المتفرعة من العصب الشظوي السطحي بتعصيب الجزء الوحشي منها. هذا التباين التشريحي يتم تمييزه أثناء الدراسة الحركية الروتينية في حال كان موجودا" فكمونات العمل المشتركة المسجلة في العضلة تكون أعلى في حال تم التحريض تحت عنق الشظية والجزء الوحشي من الحفرة المأبضية مقارنة مع الكاحل هذا النمط يمكن أن يكون ناجماً عن:

1) تحريض أقل من الأعظمي للعصب الشظوي على مستوى الكاحل.

2) زيادة في التحريض للعصب الشظوي على مستوى تحت عنق الشظية والجزء الوحشي من الحفر المأبضية مما يسبب تحريض مشترك للألياف المحركة أو العصب الشظوي اللاحق[12].



صورة 24 : العصب الشظوي العميق اللاحق[12,from preston & Shapiro

ينشأ العصب الشظوي اللاحق من العصب الشظوي السطحي، ويسير هبوطاً في الجزء الوحشي من المنطقة الربلية خلف الكعب الوحشي، إذا تم التحريض خلف الكعب الوحشي أثناء تسجيل العضلة مبعدة الأصابع القصيرة، فإن كمونات عضلية مشتركة صغيرة يتم تحريضها في حال كان العصب الشظوي اللاحق موجوداً عدا ذلك لا يشاهد أي كمونات.عادةً ارتفاع الكمونات العضلية المشتركة بتنبيه العصب الشظوي اللاحق خلف الكعب الوحشي تقارب الفرق بين ارتفاع كمونات العمل العضلية المشتركة CMAP المحرضة في الكاحل وأسفل عنق

الشظية أو في الجزء الوحشي من الحفرة المأبضية في حال تحريض العصب الشظوي وتسجيل استجابة بواسطة مبعدة الاصابع القصيرة EDB [12].

تقنيات دراسة النقل العصبي[12] :

الدراسة الحركية للعصب الناصف Median Nerve: صورة 25

معايير جهاز EMG :

ضبط المرشحfilter settings استجابة التردد Frequency response

Hz 1000-10

سرعة المسح : حيز / 5_2 ms .

الحساسية : حيز / 5000_1000 µV.

وضعية المريض : الاستلقاء على الظهر مع تبعيد الذراعين تقريباً 45 درجة ، الساعد بوضعية الاستلقاء الكامل و الرسغ بالوضع المعتدل .

وضع الإلكترودات :

إلكترود التسجيل الفعال G1: مباشرةً فوق المركز التشريحي لمبعدة الإبهام القصيرة brevis pollicis (APB) Abductor و يوضع منتصف المسافة بين المفصل السنعي السلامي للإبهام و النقطة المتوسطة لثنية الرسغ القاصية.

الإلكترود المرجعي G2 : و يوضع على مبعدة الإبهام القصيرة عند السلامية القاصية للإبهام فوق العظم أو الوتر .

و يوضع الإلكترود الأرضي على ظهر اليد بين إلكترودي التسجيل و التنبيه.

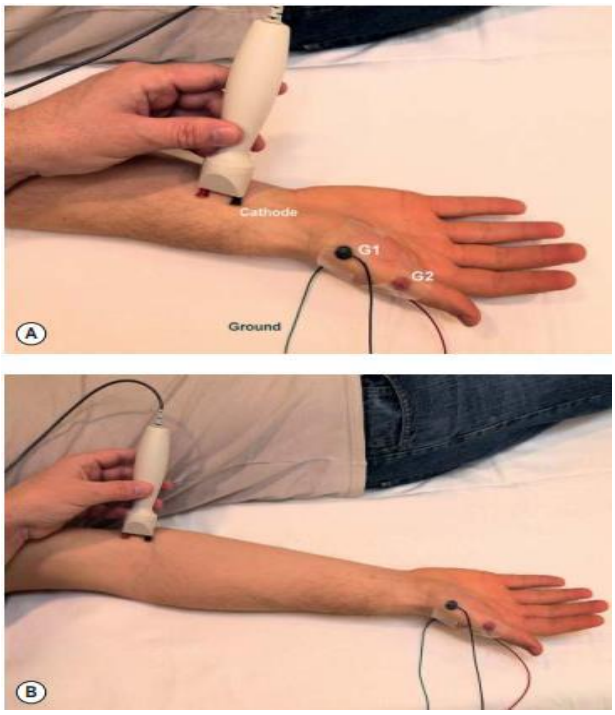
التنبيه الكهربائي :

يجري التنبيه الكهربائي في عدة مناطق على النحو التالي :

الموضع 1 التنبيه القاصي distal : في الرسغ بين وتري الراحية الطولية و قابضة الرسغ الكعبرية ، و يوضع إلكترود التنبيه السالب الأسود قريبا من مركز إلكترود التسجيل الفعال على العضلة مبعدة الإبهام القصيرة .

الموضع 2 التنبيه الداني proximal : ينجز التنبيه فوق المرفق من الجهة الدانية الأنسية للمساحة أمام المرفق و قريباً من ثنية المرفق بين بطن العضلة ذات الرأسين العضدية و الرأس الوحشي للعضلة مثلثة الرؤوس ، بوضع المنبه تماما وحشي الشرايين للحد من إمكانية التنبيه الكهربائي بالإنتشار للعصب الزندي

الموضع 3 تنبيه داني : في الإبط على الأقل مسافة 10 سم فوق المرفق تماماً وحشي و أمام الشريان العضدي.



صور 25: الدراسة الحركية للعصب الناصف A : تحريض قاصي في الرسغ B : تحريض داني في الحفرة المرفقية[from preston & Shapiro,12]

العصب الزندي (حركياً) Ulnar Nerve motor: صورة26

ضبط المرشحfilter settings استجابة التردد Frequency response

Hz 1000–10

سرعة المسح : حيز / 5_2 ms .

الحساسية : حيز / 5000_1000 µV.

وضع المريض:

المريض مستلقٍ مع تبعيد الذراعين مع دوران وحشي و المرفق بوضع نصف العطف بين 60–90 درجة ، الراحتين للأعلى، الرسغ في الوضع المعتدل، عند وضع المريض بوضعية الاستلقاء يجب أن تواجه الراحتين السقف.

وضع الإلكترودات :يوضع إلكترود التسجيل الفعال على الحافة الزندية لليد مباشرةً، فوق المركز التشريحي لمبعدة الخنصر، عند نقطة منتصف المسافة بين الثنية البعيدة للرسغ، و ثنية قاعدة الإصبع الخامس على مستوى المسافة بين الإصبعين.

يثبت الإلكترود المقارن على العضلة مبعدة الخنصر على الوجه الزندي للإصبع الخامس عند مستوى الأفوات

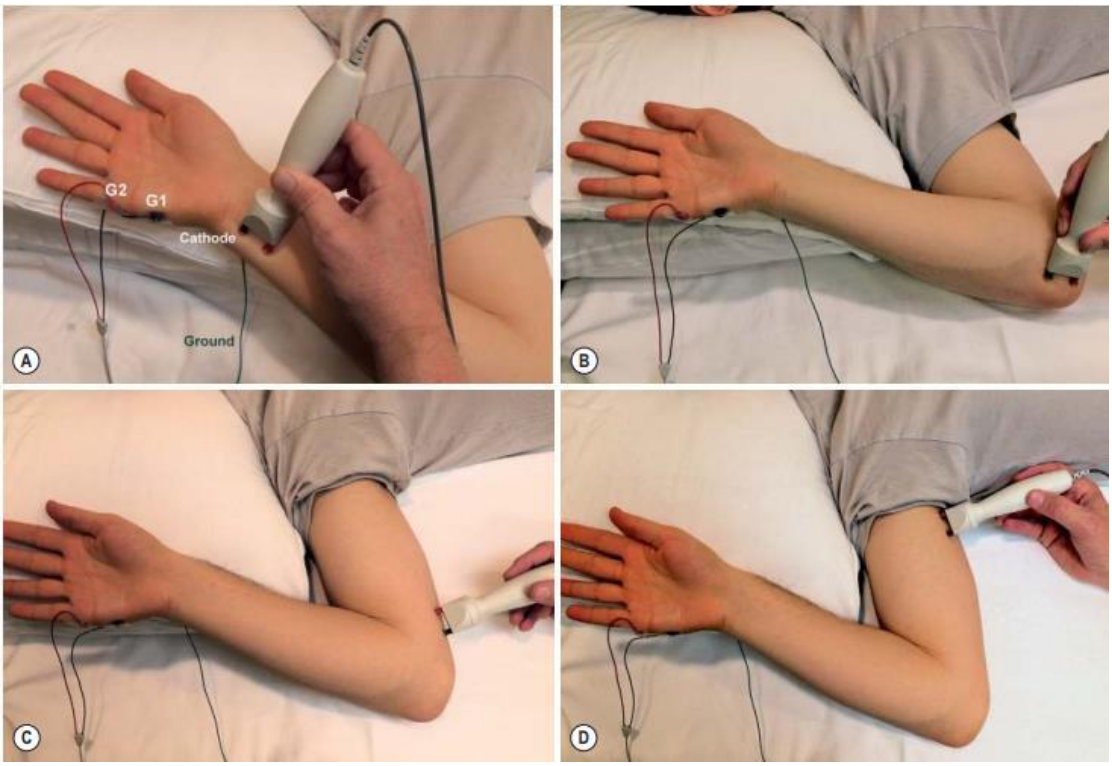
الإلكترود الأرضي عل ظهر الدي بين إلكترودي التسجيل و التنبيه . التنبيه الكهربائي :

الموضع 1 : يتم التنبيه القاصي في الرسغ أنسي أو وحشي وتر قابضة الرسغ الزندية . و يوضع إلكترود التنبيه السالب قربيا مع مركز إلكترود التسجيل على مبعدة الخنصر

الموضع 2 : أسفل المرفق ، النقطة منتصف المسافة بين اللقمة الأنسية و نفق العصب الزندي (النقطة المتوسطة بين اللقمة الأنسية و الزج)

الموضع 3 : فوق المرفق على الأقل مسافة 10سم قريباً من مكان التنبيه تحت المرفق .

الموضع 4 : منطقة الإبط و يوضع على الأقل مسافة 10 سم قريباً من المسافة فوق المرفق عند النقطة الوسطى للعضد في الإبط .



صورة :26 الدراسة الحركية للعصب الزندي :A: قاصي في الرسغ. B داني تحت المرفق C : داني فوق المرفق D :داني في الإبط[from preston & Shapiro,12]

❖ العصب الشظوي العميق (حركياً) : صورة 27

معايير جهاز EMG :

ضبط المرشح / استجابة التردد 10-10000 Hz

سرعة المسح : حيز / 2-5ms

الحساسية : حيز 500- 2000 µV-

وضع المريض :

استلقاء جانبي مريح و مسترخ مع عطف خفيف للورك و الركبة و الكاحل بوضع معتدل و وضع وسادة بين ركبتي المريض من أجل راحته و دعم الطرف المختبر.

وضع الإلكترودات :

إلكترود التسجيل الفعال فوق المركز التشريحي للعضلة باسطة الأصابع القصيرة في الوجه الأمامي الوحشي في منتصف المنطقة المشطية القربية للقدم.

الإلكترود المقارن فوق وتر باسطة الأصابع القصيرة على الإصبع الخامس . الإلكترود الأرضي بين إلكترودي التنبيه و الستجيل على الكعب الأنسي أو الوحشي التنبيه الكهربائي :

الموضع :1 نيبه العصب أولا أسفل رأس الشظية و الأمام من عنق الشظية

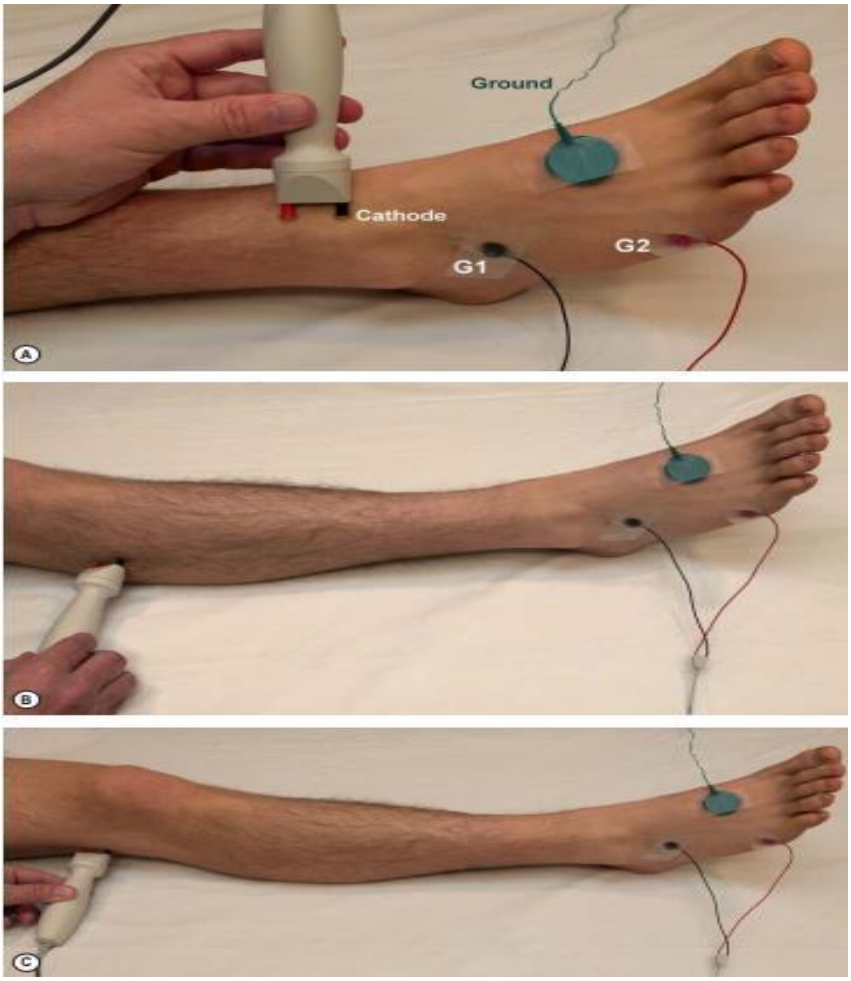
الموضع :2 ينجز التنبيه القاصي أمام الكاحل قربيا من مركز إلكترود التسجيل على وتر باسطة الإبهام الطولية.

الموضع :3 الحفرة المأبضية على الأقل مسافة 10سم بقرب عنق الشظية .

ملاحظات تقنية :

يجب أن تكون استجابات كمون العمل العضلي المثارة متشابهة بالشكل الموجي و السعة و الفترة .

عند تطبقي التنبيه قريبا من الحفرة المأبضية يجب الإنتباه لعدم إنتقال التنبيه إلى العصب الظنبوبي الخلفي و يؤكد الإنقلاب الخارجي للكاحل تنبيه العصب الشظوي بينما يشير العطف الأخمصي للكاحل إلى تنبيه العصب الظنبوبي .



صورة 27 : الدراسة الحركية للعصب الشظوي : A: التحريض القاصي فوق و أمام الكاحل إلى الوحشي قليلا من وتر العضلة الظنبوبية الأمامية مع تسجيل العضلة مبعدة الأصابع الصغيرة B : التحريض الداني تحت رأس الشظية. C : التحريض الداني في الجزء الوحشي من الحفرة المأبضية فوق عنق الشظية. [from preston & Shapiro,12

تصوير الأعصاب المحيطية بالأمواج فوق الصوتية عالية التباين peripheral nerves imaging by high resolution ultrasound :

1-مقدمة:

بدأ استخدام التصوير بالأمواج فوق الصوتية في المجال العصبي منذ أربعينيات القرن العشرين 1940s ، و على الرغم من ذلك فإنه لم يتم تطبيقها في تصوير الأعصاب المحيطية حلى الثمانينيات من القرن العشرين 1980s ،و ذلك بسبب عدم القدرة على الحصول على تباين صورة كافٍ لتمييز النسيج العصبي عن الأنسجة الرخوة المحيطة به، حيث نشر أول تقرير لاستخدام الأمواج فوق الصوتية في تشخيص متلازمة نفق الرسغ عام 1990[22].

منذ ذلك الوقت و حتى اليوم حدث تطور كبير في تقنيات التصوير بالأمواج فوق الصوتية من خلال تصنيع بروبات transducers ذات تواترات عالية جدً قادرة على إعطاء تباينات صورة عالية high resolution images ، بالإضافة إلى تطوير برمجيات software programs تساعد في تحليل الصورة و إعطاء أفضل عرض ممكن، كل هذا التطور جعل من التصوير بالأمواج فوق الصوتية حالياً الوسيلة المفضلة في تقييم الأعصاب المحيطية[22].

فعلى الرغم من أن الاختبارات الفيزيولوجية الكهربائية electrodiagnosis tests تعتبر الوسيلة المعيارية standard method في تقييم الأعصاب المحيطية إلا أنها تمتلك سيئتين أساسيتين:

1- عدم قدرتها على إعطاء معلومات تشريحية.

2- مزعجة للمريض عند إجرائها.

بالمقابل فإن التصوير بالأمواج فوق الصوتية هو إجراء آمن، و غير راض للمريض، و يعطي معلومات تشريحية عن العصب و مساره و البنى المجاورة له، كما أنه يتفوق على التصوير بالرنين المغناطيسي بأنه متوفر في

أغلب المراكز الطبية و العيادات، كما أنه غير مكلف، و هو فحص ديناميكي يسمح بالتقييم وفقاً للأعراض و العلامات مع إمكانية مسح مناطق واسعة و مقارنة النتائج مع الطرف المقابل، كما يمكننا اشراك المريض بالفحص من خلال ذكره لظهور الأعراض أو العلامات المرضية أثناء تطبيق بروب الفحص على المنطقة المصابة من العصب، و كذلك لاتخاذه للوضعية المناسبة التي تسمح بإعطاء أفضل صورة ممكنة، كما أنه يتفوق أيضاً على الرنين المغناطيسي بأنه يمكن استخدامه عند الأطفال و المسنين و كذلك المرضى الذين لديهم أجهزة معدنية مزروعة في الجسم، كما أنه فحص رخيص التكلفة و لا يحتاج وقتاً طويلاً لإجرائه، كما يتم إجراؤه غالباً من قبل الطبيب الفاحص نفسه، و بالتالي تكون مقاربة المريض أفضل و أسرع[23].

❖ الأسس الفيزيائية لتقنية التصوير بالأمواج فوق الصوتية:

الأمواج فوق الصوتية هي عبارة عن اهتزازات ميكانيكية تنتقل عبر الأوساط المادية على شكل موجات صوتية ذات ترددات أعلى من الحد الذي يمكن للأذن البشرية سماعه (أعلى من 20 كيلوهرتز)، عند تطبيق هذه الأمواج على الأنسجة الحيوية عبر بروبات توضع ملاصقة لهذه الأنسجة، فإنها تمتص قسماً منها و تعكس البقية تبعا لكثافة الأنسجة و عمقها، ليتم تلقيها عبر البروب نفسه ليتم تحليل صدى هذه الأمواج عبر برامج حاسوبية خاصة و تكوين صورة ثنائية الأبعاد للنسيج المدروس حيث تسمى هذه التقنية B mode[24].

❖ المعدات المطلوبة و الضبط Equipments and settings :

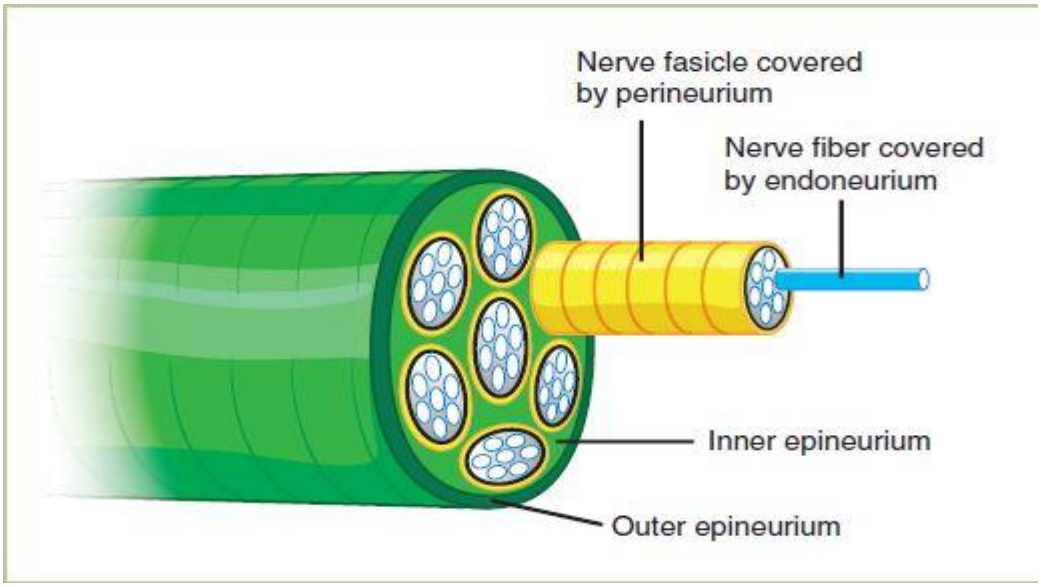
يتناسب تباين الصورة مع تواتر الأمواج التي يولدها البروب، بيما يتناسب عمق اختراق الأمواج للأنسجة عكساً مع توار الأمواج، لذلك عادةً ما يستخدم في تقييم الأعصاب المحيطية بروب سطحي خطي linear array transducer عالي التواتر (8−15MHZ) (صورة 28) و ذلك تبعاً لعمق العصب و كثافة النسيج الشحمي، حيث تستخدم التواترات المنخفضة لتقييم الأعصاب ذات التوضع العميق[24].



صورة28: البروب الخطي السطحي المستخدم في تقييم الأعصاب المحيطية(from Seok, J. I 2023).

❖ **المظهر الطبيعي Normal appearance:**

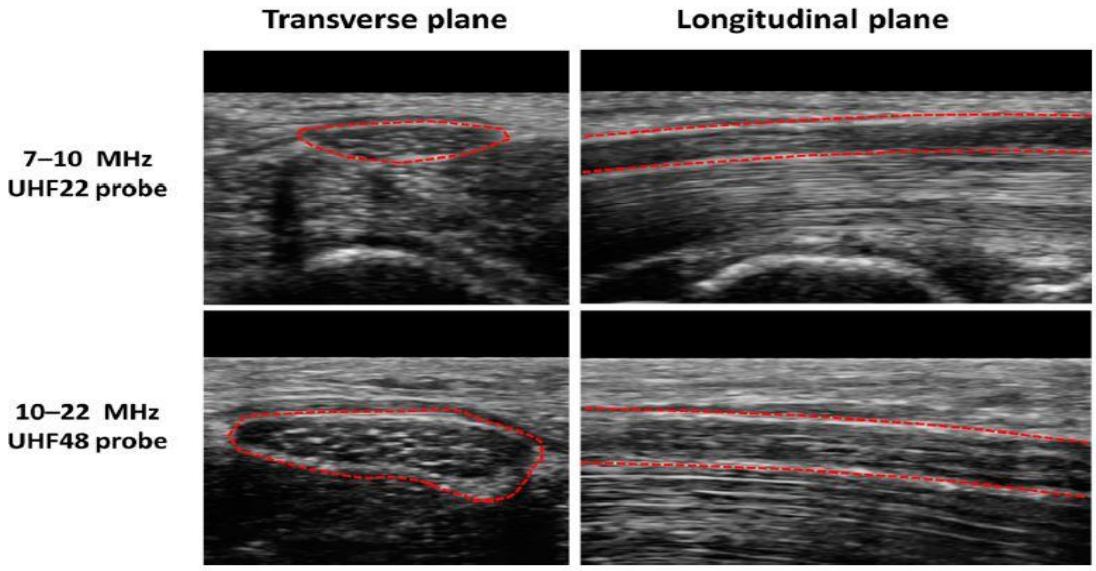
يتكون العصب من اجتماع مجموعة من الحزم العصبية المحاطة بنسيج ضام كثيف يدعى غمد العصب epineurium ، بينما تكون الحزم العصبية مغلفة بظهارة الحزمة العصبية perineurium ،و يُحاط الليف العصبي بغمد الليف العصبي endoneurium. يسمى النسيج الضام المتوضع بين حزم الألياف العصبية بالغمد الداخلي inner epineurium بينما يسمى النسيج المحيط بالعصب بالغمد الخارجي outer epineurium صورة29 [24].



صورة 29: مخطط ترسيمي لبنية العصب[from Padua, L 24]

يظهر غمد العصب الداخلي و الخارجي بالتصوير بالأمواج فوق الصوتية فاتحاًbright بينما تظهر الحزم العصبية داكنة dark هذه الخصائص تعطي العصب عند تصويره بالأمواج فوق الصوتية بالمستوى المستعرض short axis مظهراً مميزاً يشبه قرص العسل honeycomb حيث تظهر الحزم العصبية ناقصة الصدوية hypoechoic ضمن محيط زائد الصدوية من النسيج الضام و الكولاجين، بينما يظهر العصب بالمستوى الطولاني long axis على شكل أشرطة ناقصة الصدى تتخللها أشرطة زائدة الصدى صورة 30[24].

تساعد هذه الخصائص الصدوية المميزة للعصب في تمييزه عن الأوتار المحيطة به و التي تظهر على شكل ألياف متراصة بكثافة و ذات صدوية أعلى، أما العضلات فتظهر ذات صدوية منخفضة و تتخللها حواجز رقيقة عالية الصدى فتعطي بالمستوى المستعرض منظرا مرقطاً speckled appearance أما بالمستوى الطولاني فتعطي منظراً مخططاً [25].



صورة30: المظهر الطبيعي للعصب بالمستوى المستعرض و المستوى الطولاني(from Seok, J. I 2023).

❖ **دراسة بعض الأعصاب المحيطية بالأمواج فوق الصوتية:**

تعتمد دراسة الأعصاب المحيطية بالأمواج فوق الصوتية على إيجاد العصب أولاً بالمستوى المستعرض، من خلال اختيار نقاط تشريحية معينة يكون كشف العصب فيها سهلاً، تدعى هذه النقاط نقاط علام landmarks

و بالتالي نبدأ الفحص من خلال وضع بروب الإيكو بالمستوى المستعرض على نقاط العلام الخاصة بالعصب المدروس، و نقوم بتحريك البروب على طول الطرف دانياً و قاصياً لدراسة كامل العصب، و في حال كشف أية آفة يمكننا عندها التحويل إلى المستوى الطولاني.

❖ **نقاط العلام لبعض الأعصاب المحيطية:**

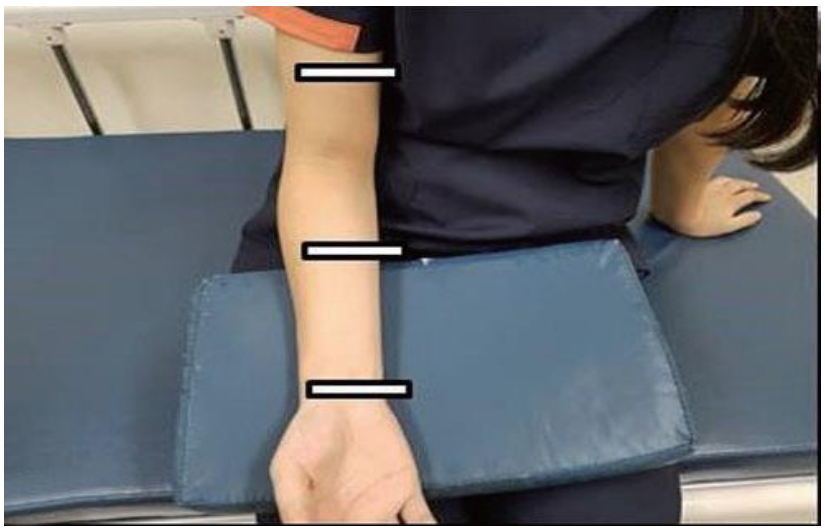
1- العصب الناصف: يتم تصوير العصب الناصف و المريض بوضعية جلوس مع ثني المرفق بزاوية بين 80-90 درجة و الساعد يجب أن يكون مستند (صورة31)، نقطة العلام الأساسية للعصب الناصف في منطقة المرفق هي الشريان العضدي، حيث يسير العصب الناصف إلى الأنسي من الشريان

العضدي و يعبر بين رأسي العضلة المدورة الكابة لذلك نضع البروب فوق نبض الشريان العضدي صورة31.

من المهم أن نلاحظ أنه في هذه النقطة يتفرع الشريان العضدي إلى كعبري و زندي. نقطة العلام التي سنتابع معها هي الشريان الزندي الذي يتوضع عميقاً بالنسبة للرأس الزندي للمدورة الكابة. يتابع العصب مساره في الجزء الداني من الساعد أنسي الشريان الزندي و في منتصف الساعد يترك الشريان الزندي و يتوضع بين العضلتين قابضة الأصابع السطحية و العميقة حيث يمكن إيجاده هنا بسهولة.

2- **العصب الزندي:**

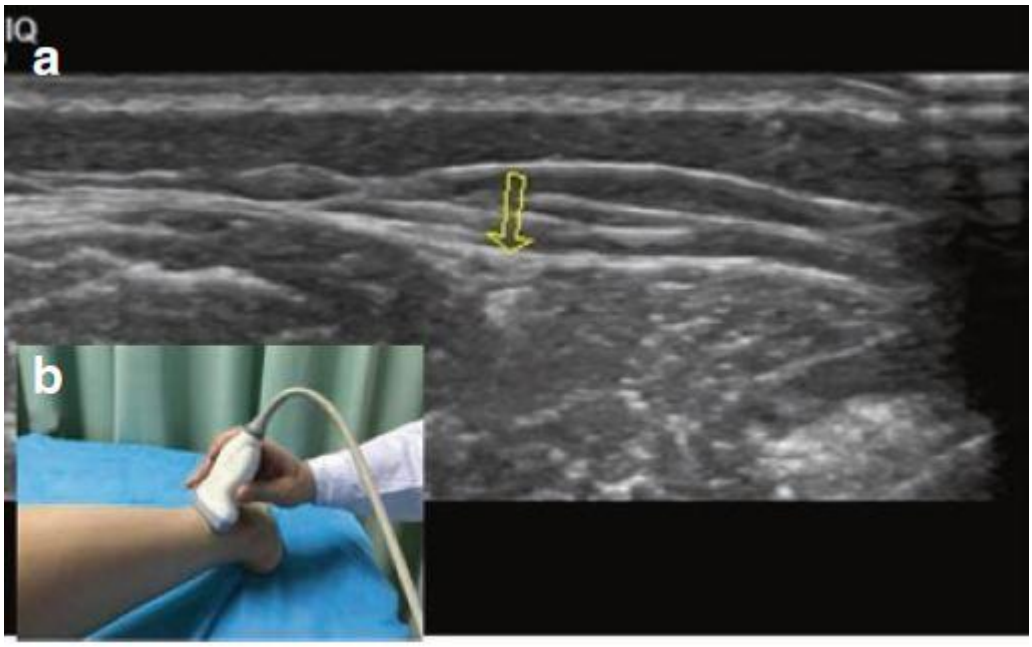
عند دراسة العصب الزندي يفضل أن يكون المريض بوضعية اضطجاع و الذراع بوضعية تبعيد بحدود 75- 90 درجة و المرفق بحالة ثني خفيف. يفضل البدء بدراسة العصب في المرفق بمستوى النفق المرفقي cubital tunnel في هذا المستوى تكون اللقيمة الأنسية للعضد و الناتئ الزجي مجسوسين و بالتالي من السهل تحديد نقطة علام للعصب الزندي في هذه المنطقة بين هذين العظمين و تصوير العصب بالمستوى المستعرض ثم نقوم بعدها بتتبع مسار العصب دانياً و قاصياً.



صورة31: وضعية المريض عند دراسة العصبين الناصف و الزندي بالأمواج فوق الصوتية(Seok, J. from I 2023).

3- العصب الشظوي:

إن نقطة العلام الأساسية في تقييم العصب الشظوي هي رأس عظم الشظية تحت الركبة حيث يلتف العصب الشظوي حول رأس عظم الشظية و يصبح سطحياً و يمكن إظهاره بالمستوى المستعرض و نتابع المسح قاصياً، و لإظهار العصب الشظوي السطحي نتابع المسح قاصياً بمستوى الناحية الوحشية من الساق صورة32 [26].



صورة32: التصوير الصدوي للعصب الشظوي السطحي. في الصورة a يشير السهم إلى منظر مستعرض للعصب الطبيعي. بينما يظهر b: مكان وضع البروب عند فحص العصب(from Nwawka, O.K ,.2028)

متلازمة نفق الرسغ carpal tunnel syndrome:

1- مقدمة:

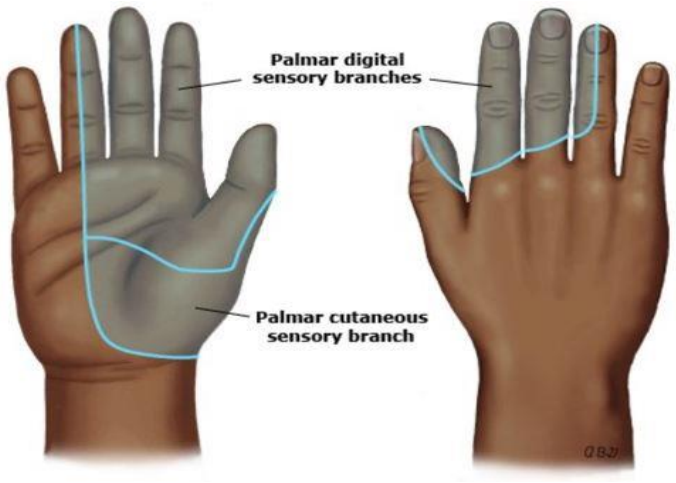
يُشير مصطلح متلازمة نفق الرسغ CTS إلى مجموعة من الأعراض و العلامات الناجمة عن انضغاط العصب الناصف أثناء مروره عبر نفق الرسغ، حيث يعاني المريض عادةً من الألم و الخدر و بشكل أقل توتراً من الضعف العضلي في مناطق توزع العصب الناصف، حيث تعتبر متلازمة نفق الرسغ أكثر اعتلالات العصب الوحيد الانضغاطية البؤرية focal mononeuropathy مشاهدةً في الممارسة السريرية[27].

2- الوبائيات epidemiology:

تعتبر متلازمة نفق الرسغ من الأمراض الشائعة بحيث يقدر انتشارها بحوالي 1 إلى 5 % من عامة الناس، إضافة إلى ذلك فإن نسبة إصابة النساء أشيع حيث يقدر معدل إصابة النساء إلى الرجال ب 3 إلى 1[27].

3- المظاهر السريرية:

العرض الرئيسي لمتلازمة نفق الرسغ هو الألم أو الخدر و النمل في مناطق توزع العصب الناصف و التي تشمل الأصابع الثلاثة الأولى و النصف الوحشي من الإصبع الرابع(صورة33)



صورة33: مكان توزع الأعراض الحسية في متلازمة نفق الرسغ (from uptodate 2025).

حيث يمكن أن يحدث الألم و الخدر في الرسغ و يمكن أن يشمل كامل اليد، و من غير النادر أن تنتشر الأعراض الحسية دانياً إلى الساعد و بتواتر أقل إلى ما فوق المرفق لتصل إلى الكتف و لكن العنق لا يصاب أبداً[28].

في الحالات الأكثر شدةً من متلازمة نفق الرسغ يمكن أن نشاهد أعراضاً حركية تشمل ضعفاً في اليد والقدرة على استخدام اليد في بعض الأعمال كالإمساك بالأشياء أو تدوير المفاتيح أو مقابض الأبواب أو ارتداء الملابس أو فتح أغطية المرطبانات. يمكن أن تشمل العلامات السريرية الحركية ضعفاً في القدرة على تبعيد الإبهام و مقابلته مع بقية الأصابع و ضموراً في عضلات الرانفة[28].

الإصابة ثنائية الجانب شائعة حيث تقدر بحوالي 65% من مجموع الحالات، على الرغم من أن الإصابة تكون أحادية الجانب غالباً عند المراجعة الأولى، إلا الإصابة في الجهة المقابلة يمكن أن تكون تحت سريرية و تتطور لاحقاً[29].

❖ المناورات الحركية physical maneuvers:

يمكن أن تتحرض الأعراض السريرية من خلال بعض النشاطات الفيزيائية التي تتضمن الثني المستمر للرسغ، أو رفع الذراع مثل قيادة السيارة و إمساك الهاتف المحمول و الكتابة و القراءة منه[28,30].

يذكر بعض المرضى تحسناً مؤقتاً بالأعراض عند هز اليدين أو وضعهما تحت مجرى ماء دافئ[28].

❖ السير السريري clinical course:

يمكن أن يبدأ المريض بملاحظة الأعراض ليلاً حيث يمكن أن توقظ المريض من النوم، و مع تطور الإصابة يمكن أن يشكو المريض من الأعراض حتى في أوقات الإستيقاظ، و خصوصاً أثناء القيام بأعمال تتطلب المحافظة على الذراع في وضعية ثابتة أو أثناء الحركات المتكررة، يمكن أحياناً أن تتطور الأعراض من أعراض حسية متقطعة لتصبح مستمرةً أو من وجود أعراض حسية لتصل إلى فقد الحس في اليد[28].

فقد الحس عادةً ما يحدث في المراحل المتأخرة و يتميز بتوزع خاص يشمل الأصابع المعصبة حسياً بالناصف و يعف عن منطقة الرانفة، حيث يحدث ذلك لأن الفرع الحسي الذي يعصب جلد راحة اليد في هذه المنطقة يتفرع من العصب الناصف قبل دخوله نفق الرسغ[28].

أما الأعراض الحركية التي تشمل الضعف العضلي فإنها تتأخر بالظهور و تشاهد في الحالات الشديدة، إلا أنها يمكن أن تشاهد في بداية المرض و ذلك في الحالات الحادة من متلازمة نفق الرسغ عندما يكون الانضغاط العصبي ناجماً عن كسور عظمية أو رضوض أخرى[28].

أما في الحالات الخفيفة من متلازمة نفق الرسغ فإن سير المرض يتبع نمطاً متغيراً مع وجود فترات من السورات و الهدأة[31].

❖ التقييم و التشخيصdiagnosis and evaluation:

يجب الشك بمتلازمة نفق الرسغ في كل مريض لديه أعراض مثل ألم أو خدر في اليد أو ضعف حسي أو عضلي أثناء الفحص السريري و ذلك في مناطق توزع العصب الناصف[30].

التشخيص يكون سريرياً في المرضى الذين لديهم أعراض و علامات نموذجية، بينما يُحتفظ بالدراسة الفيزيولوجية الكهربائية و الاختبارات التشخيصية الأخرى كوسيلة مساعدة لإثبات التشخيص أو نفيه عندما تكون الأعراض و العلامات غير مميزة لمتلازمة نفق الرسغ، إضافةً لذلك فإن الاختبارات التشخيصية تستخدم في المرضى الذين لديهم أعراض متوسطة إلى شديدة و ذلك لتحديد المرضى المرشحين للجراحة[32].

بالنسبة للمرضى المستقرين و الذين لديهم أعراض خفيفة يمكن متابعتهم سريرياً فقط دون الحاجة لأي اختبارات، ذلك لأن حوالي ثلثي المرضى يتحسنون على العلاج المحافظ دون الحاجة لأية إجراءات جراحية[33].

إن المشاركة بين الأعراض و العلامات النموذجية إضافةً إلى الاختبارات التشخيصية الكهربائية المؤكدة تعتبر الطريقة الأكثر دقةً في تشخيص متلازمة نفق الرسغ[34,35].

❖ التشخيص السريري clinical diagnosis:

إن دقة التشخيص السريري لمتلازمة نفق الرسغ يتناسب مع عدد الأعراض النموذجية إضافة إلى العوامل المحرضة provocative و المخففة mitigating الموجودة لدى المريض[30].

الأعراض النموذجية:

1- ألم كليل و انزعاج في اليد أو الساعد أو الجزء العلوي من الذراع.

2- خدر أو نمل في اليد.

3- ضعف عضلي و صعوبة في استخدام اليد.

4- حدوث أي مما سبق من الأعراض في أماكن توزع العصب الناصف.

العوامل المحرضة:

1- النوم.

2- الوضعية الثابتة لليد أو الذراع.

3- الحركات المتكررة لليد أو الرسغ.

العوامل المخففة:

1- تغيير وضعية اليد.

2- هز اليد.

المرضى الذين لديهم أعراض إضافية تقترح تشخيصاً بديلاً، و كذلك المرضى الذين لديهم أعراض متوسطة إلى شديدة تتضمن فقداً حسياً أو ضعفاً حركياً فإن التشخيص يتطلب اختبارات تشخيصية.

❖ **الفحص السريري:**

إن وجود خلل حسي أو حركي بالفحص السريري في أماكن توزع العصب الناصف في اليد يمكن أن يكون موجوداً، إلا أن غيابه لا ينفي تشخيص متلازمة نفق الرسغ.

الفحص الحسي يجب أن يشمل كل مناطق اليد في الجهتين و الساعدين و الجزء العلوي من الذراع، و

إن الخلل الحسي بالفحص السريري عادةً ما يحدث بشكل متأخر في سياق الإصابة بمتلازمة نفق الرسغ.

يشمل الخلل الحسي عادةً جلد الأصابع المعصبة بالناصف و يعف عن منطقة الرانفة و هذه من الموجودات المعيارية، و إن أي فقد يشمل الرانفة يطرح وجود إصابة بالناصف في موقع دانٍ بالنسبة لنفق الرسغ.

أما بالفحص الحركي فيشاهد الضعف العضلي في الحالات الشديدة و المتقدمة من متلازمة نفق الرسغ، و عادةً ما تكون محدودة بعضلات الرانفة و تتظاهر بضعف في تبعيد و مقابلة الإبهام. كما يمكن أن يشاهد ضمور بالرانفة، أما وجود ضعف في عضلات أخرى في اليد فإنه يمكن أن يقترح وجود إضافة في موقع دانٍ لنفق الرسغ[30].

❖ **مناورات التحريض provocative maneuvers:**

هي اختبارات تجرى أثناء الفحص السريري لتحريض الأعراض مما يحسن فرص الوصول للتشخيص و التقييم السريري. تتضمن اختبار فالين phalen اختبار Tinel و الضغط اليدوي على الرسغ و اختبار رفع اليد [36,37].

تجرى مناورة فالين من خلال الطلب من المريض جعل السطوح الظهرية لكلا اليدين بوضعية متقابلة (الصلاة المقلوبة) و ذلك بهدف اجراء فرط ثني للرسغ. يكون الاختبار ايجابياً في حال حدوث ألم و/أو خدر و نمل في الأصابع المعصبة حسياً بالناصف صورة34 .

أظهرت مراجعة منهجية أن هذه المناورة تمتلك حساسية 68% و نوعية 73% في الإصابة بمتلازمة نفق الرسغ[37]. كما أظهرت دراسة راجعة أن إيجابية اختبار فالين تتناسب طرداً مع شدة الإصابة بمتلازمة نفق الرسغ[38].



صورة34: اختبار فالين: في المريض الذي لديه انضغاط عصبي في نفق الرسغ، يؤدي فرط الثني في اليد لمدة 30 إلى 60 ثانية إلى إثارة الأعراض [from uptodate,20].

اختبار تالين:

يتم اجراؤه من خلال القرع أو النقر فوق مسار العصب الناصف تماماً فوق نفق الرسغ. يكون الاختبار ايجابياً في حال حدوث ألم و/أو خدر و نمل في الأصابع المعصبة بالناصف و ذلك عند القرع فوق مسار العصب. [37] صورة35.

يمتلك اختبارتالين حساسية أقل من اختبار تالين(50%) و لكن نوعية مشابهة لاختبار فالين(73%).

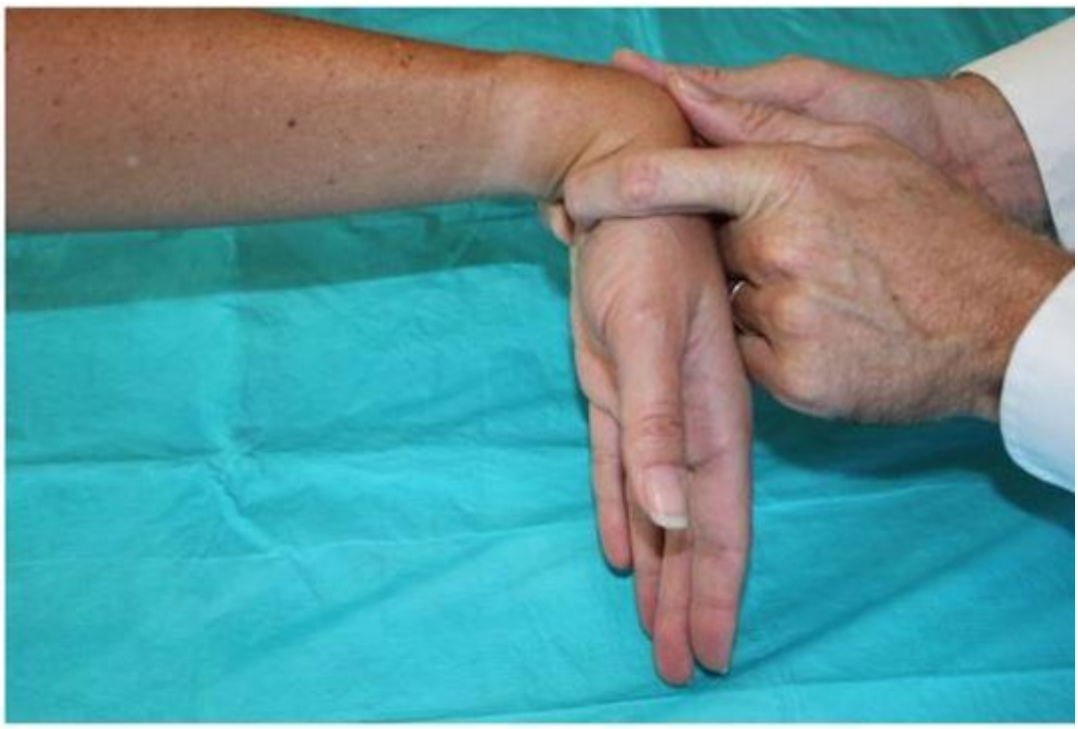
اختبار ضغط الرسغ أو Durkan Tesr:

يتم اجراؤه من خلال تطبيق ضغط فوق الرباط الرسغي المستعرض لمدة 30 ثانية

يكون الاختبار ايجابياً في حال حدوث ألم أو خدر و نمل. حساسية هذا الاختبار تبلغ تقريباً 64% و نوعية 83% صورة 36[37].



صورة35:اختبار تالين في المريض المصاب بمتلازمة نفق الرسغ يؤدي النقر فوق العصب المضغوط في الرسغ إلى إعادة توليد الأعراض الخدر و النمل دانياً أو قاصياً من مكان القرع. [from uptodate,20]



صورة36:مشاركة بين اختبار فالين و الضغط. [from uptodate,20]

اختبار رفع اليد:

يتضمن هذا الاختبار رفع اليد فوق الرأس لمدة دقيقة واحدة يكون الاختبار ايجابياً في حال تحريض أعراض متلازمة نفق الرسغ. حساسية هذا الاختبار أعلى قليلاً من حساسية و نوعية مناورة فالين و اختبار تالين[39].

الاختبارات التشخيصية:

يتم اجراء دراسة تشخيصية كهربائية electrodiagnosis study للمرضى الذين لديهم أعراض غير نموذجية و ذلك لإثبات التشخيص، و كذلك للمرضى الذين لديهم أعراض متوسطة إلى شديدة أو استمرار الأعراض على الرغم من العلاج المحافظ و ذلك لتقييم الحاجة لتداخل جراحي.

أما التصوير بالأمواج فوق الصوتية أو الرنين المغناطيسي فإنه يجرى عادةً للمرضى الذين لديهم شك بوجود آفة كتلية أو الذين لديهم أعراض لا نموذجية لا يمكن تفسيرها بالاختبارات الكهربائية[27].

الاختبارات التشخيصية الكهربائية:

و تشمل دراسة النقل العصبي (NCS) بالإضافة لتخطيط العضلات بالإبرة (EMG) تمتلك حساسية و نوعية عاليين في إثبات تشخيص متلازمة نفق الرسغ و نفي الحالات المرضية الأخرى[32].

تفيد الاختبارات التشخيصية الكهربائية أيضاً في تقييم شدة إصابة العصب الناصف حيث أن الأعراض السريرية لا تتناسب دائما مع شدة الأذية في العصب الناصف.

إن دراسة النقل العصبي كافية لإثبات تشخيص متلازمة نفق الرسغ، إلا أن تخطيط العضلات بالإبرة يتم إجراؤه أيضاً لتحديد درجة الوحدات العضلية المصابة، و بالتالي تحديد المرضى المرشحين للجراحة و ذلك في حال كانت شدة الأعراض أو شدة إصابة العصب بدراسة النقل العصبي متوسطة إلى شديدة[27].

دراسة النقل العصبي:

يتم من خلالها تحديد وجود اضطراب بالنقل في العصب الناصف أثناء عبوره نفق الرسغ، حيث يتضمن التقييم سرعة النقل عبر العصب أثناء مروره في نفق الرسغ، و كذلك تحديد نسبة الاستجابات الحسية و الحركية لتقييم شدة الأذية في العصب الناصف[28].

اضطرابات النقل العصبي:

يؤدي انضغاط العصب إلى حدوث أذية في غمد الميالين المغلف للألياف العصبية، حيث يتظاهر ذلك بتأخير في زمن الكمون القاصي و بطء في سرعة النقل.

لا تؤدي متلازمة نفق الرسغ الخفيفة إلى أي اضطراب في النقل العصبي و لكن مع ازدياد الانضغاط في العصب الناصف يحدث زوال ميالين بؤري، و هذا يؤدي إلى حصار نقل موضع مع أو بدون بطء بالنقل الحركي و الحسي عبر العصب في منطقة الرسغ[28].

الفقد المحواري Axonal loss:

مع استمرار الانضغاط أو في الانضغاطات الشديدة يمكن أن يحدث نقص في شدة كمونات العمل العضلية المركبة أو الحسية، حيث تكون الألياف الحسية أكثر حساسيةً للانضغاط من الألياف الحركية، و بالتالي تظهر الألياف الحسية تبدلات مرضية بشكل أكبر من الألياف الحركية في دراسة النقل العصبي.

يتم اجراء دراسة النقل الحسي للعصب الناصف من خلال تحريض فروع العصب الناصف في الرسغ و تسجيل الاستجابة الحسية من الإصبع الثاني أو الثالث اعتماداً على الأعراض السريرية. تتم مقارنة النتائج مع الاستجابات الحسية للأعصاب الأخرى التي تتضمن العصب الزندي(تحريض العصب الزندي في الرسغ و تسجيل الاستجابة الحسية من الاصبع الخامس)[28].

يتم اجراء دراسة النقل الحركي من خلال تسجيل استجابة العضلة مبعدة الإبهام القصيرة، عادةً ما يتم مقارنة النتائج بالقيم الطبيعية الموافقة للعمر، و كذلك مع نتائج دراسة الأعصاب الأخرى في اليد نفسها أو مع نتائج العصب الناصف في الجهة المقابلة[28].

تفاغر مارتن غروبر Martin–Gruber anastomosis :

إن كلاً من العصبين الناصف و الزندي يشكلان في الساعد بنيتين تشريحيتين منفصلتين، و لكن من الشائع وجود تفاغر بينهما على مستوى الساعد [38] .

و تفاغر مارتن غروبر هو عبارة عن ألياف اتصال عصبية بين العصبين الناصف و الزندي على مستوى الجزء الداني من الساعد، حيث تنشأ ألياف الاتصال إما مباشرة من العصب الناصف، أو أحد فروعه و الأشيع من العصب بين العظمين الأمامي anterior interosseous nerve، تكون ألياف الاتصال حركية فقط و لكن في حالات نادرة جدا يمكن أن توجد بعض الألياف الحسية [40].

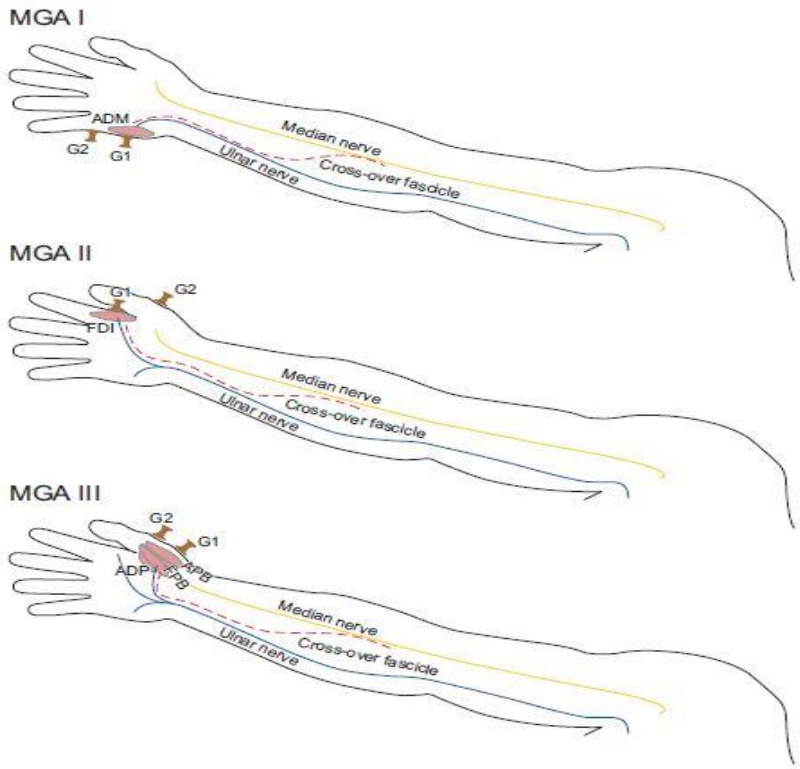
تسير ألياف الاتصال ضمن العصب الزندي لتساهم في تعصيب بعض عضلات اليد الداخلية التي يعصبها العصب الزندي، و بالتالي فحسب العضلة التي يساهم العصب الناصف في تعصيبها عبر ألياف الاتصال التي تسير عبر العصب الزندي يقسم تفاغر مارتن غروبر إلى أربعة أنماط [40] صورة37:

النمط Type I : تقوم الألياف الحركية من العصب الناصف و التي تعبر إلى الزندي بتعصيب العضلة مبعدة الخنصر abductor digiti minimi muscle(ADM).

النمط Type II : تقوم الألياف الحركية من العصب الناصف التي تعبر إلى الزندي بتعصيب العضلة بين العظمية الظهرية الأولى First dorsal interosseous(FDI).

النمط الثالث Type III : تقوم الألياف الحركية من العصب الناصف بالمشاركة في تعصيب عضلات الرانفة thenar muscles المعصبة بالزندي (الرأس العميق لمثنية الإبهام القصيرة و مقربة الإبهام).

النمط الرابع type V: اجتماع أكثر من نمط واحد.



صورة37:مخطط ترسيمي لأنماط تفاغر مارتن غروبر[Erdem HR.,2002]

إن أول من أشار إلى إمكانية وجود اتصال بين العصبين الناصف و الزندي عالم التشريح السويدي مارتن Martin عام 1763، و بعدها بحوالي قرن من الزمن قام غروبر عام 1870 بتشريح 250 ساعداً حيث وجد هذا الاتصال في 38 ساعداً أي ما نسبته 15.2%[39].

يعتبر تفاغر مارتن غروبر أشيع التنوعات التشريحية العصبية على مستوى الجسم ككل و الطرف العلوي خصوصاً، حيث تشير الدراسات التشريحية على الجثث أن نسبة انتشاره تتراوح بين 10 إلى 30% أما في الدراسات الفيزيولجية الكهربائية فتتباين هذه النسبة بين 5 إلى 40 %[40,41] .

بحسب الدراسات غالباً ما يكون التفاغر وحيد الجانب و الأشيع أن يكون في الطرف الأيمن[42] و لكن يمكن أن يكون ثنائي الجانب في حوالي 10 إلى 40% من الحالات. لا يوجد اختلاف بين النساء و الرجال في نسب الانتشار[43]، و يورث كصفة جسدية قاهرة Autosomal dominant [44] .

تفاغر مارتن غروبر عادةً ما يكون غير عرضي لا يعطي أية أعراض سريرية، حيث يمكن أن يكتشف مصادفة خلال دراسة نقل عصبي روتينية، أو أثناء حدوث اضطرابات للعصب الناصف أو الزندي حيث تتظاهر هذه الإضطرابات بأعراض و علامات غير نموذجية.

فمثلاً يمكن أن نجد مريضاً لديه أعراض متلازمة نفق رسغ مع اختبار تينيل و فالينTinel and phalen سلبيين، حيث تكون الأعراض ناجمة عن انضغاط العصب الزندي في المرفق[45].

يؤدي وجود تفاغر مارتن غروبر إلى إعطاء نتائج مخاتلة عند إجراء دراسة النقل العصبي للعصب الناصف أو الزندي، حيث يمكن أن يكشف وجود التفاغر في أحد الظروف أو السيناريوهات التالية [46] :

- قد يؤثر وجود النمط الأول على دراسة النقل العصبي الحركي الروتيني للعصب الزندي، فقد يؤدي إلى نقص سعة كمون العمل العضلي المركب CMAP للعضلة مبعدة الخنصر بمقدار أكبر من 20% عند إجراء التنبيه تحت المرفق مقارنة مع سعته عند إجراء التنبيه في الرسغ، الأمر الذي قد يختلط مع آفة مزيلة للنخاعين للعصب الزندي في منطقة الساعد، و سبب انخفاض السعة في هذه الحالة هو نقص عدد الألياف العصبية التي تم تنبيهها تحت المرفق مقارنة مع عددها في الرسغ.

و للتأكد من وجود تفاغر مارتن غروبر حينها لابد من إجراء تنبيه للعصب الناصف في الرسغ و الحفرة المرفقية مع إبقاء الإلكترود الفعال على العضلة مبعدة الخنصر، و يتظاهر وجود التفاغر حينها بظهور مركب CMAP عند إجراء التنبيه في منطقة المرفق. أما غياب الاستجابة العضلية عند إجراء التنبيه في كل من الحفرة المرفقية و الرسغ فيشير لعدم وجود التفاغر.

- و قد يؤثر وجود النمط الثاني على دراسة النقل العصبي الحركي للعصب الزندي، فقد يتظاهر بنقص سعة CMAP للعضلة بين العظمية الظهرية الأولى بمقدار أكبر من 20% عند إجراء التنبيه تحت المرفق مقارنة مع سعته عند إجراء التنبيه في الرسغ ، الأمر الذي قد يختلط أيضا مع آفة مزيلة

للنخاعين للعصب الزندي في منطقة الساعد و سبب انخفاض السعة في هذه الحال هو نقص عدد الأياف العصبية التي تم تنبيهها تحت المرفق مقارنة مع عددها في الرسغ.

و للتأكد من وجود التفاغر حينها فلا بد من إجراء تنبيه للعصب الناصف في الرسغ و الحفرة المرفقية مع إبقاء الإلكترود الفعال على العضلة بين العظمية الظهرية الأولى، حيث سيتظاهر وجود التفاغر حينها بارتفاع سعة CMAP عند إجراء التنبيه في الحفرة المرفقية مقارنة مع سعته عند إجراء التنبيه في الرسغ. فتنبيه العصب الناصف في الرسغ سيؤدي لتسجيل استجابة العضلات المعصبة بالناصف المجاورة للعضلة بين العظمية الظهرية الأولى، و هي الرأس السطحي لقابضة الإبهام القصيرة و مقابلة الإبهام و مبعدة الإبهام القصيرة، أما تنبيهه في الحفرة المرفقية فسيؤدي لتسجيل استجابة هذه العضلات المعصبة بالناصف مضافاً إليها استجابة العضلة بين العظمية الظهرية الأولى المعصبة بالزندي.

- و قد يؤثر النمط الثالث على دراسة النقل العصبي الحركي الروتينية للعصب الناصف، فقد يتظاهر بزيادة سعة CMAP للعضلة مبعدة الإبهام القصيرة عند إجراء التنبيه في الحفرة المرفقية مقارنة مع سعته عند إجراء التنبيه في الرسغ، فسيؤدي تنبيه العصب الناصف في الرسغ لتسجيل استجابة العضلة مبعدة الإبهام القصيرة لوحدها، بينما سيؤدي تنبيهه في الحفرة المرفقية لتسجيل استجابة مبعدة الإبهام القصيرة مضافاً إليها استجابة العضلات المجاورة المعصبة بالزندي و هي مقربة الإبهام و الرأس العميق لقابضة الإبهام القصيرة.

يختلط وجود هذا النمط من التفاغر مع التنبيه المفرط للعصب الناصف و الزندي في الحفرة المرفقية، أو التنبيه تحت الأعظمي للناصف في منطقة الرسغ، و قد يقنع هذا النمط تشخيص آفة مزيلة للنخاعين للعصب الناصف في منطقة الساعد، لأن ارتفاع السعة عند تنبيه الناصف في الحفرة المرفقية نتيجة التفاغر سيمنع انخفاضها الناجم عن تأثير الآفة المزيلة للنخاعين .

و للتأكد من وجود التفاغر حينها فلا بد من تنبيه العصب الزندي تحت المرفق و في الرسغ مع إبقاء الإلكترود الفعال على العضلة مبعدة الإبهام القصيرة، حيث سيتظاهر وجود التفاغر حينها بإنخفاض كبير لسعة CMAP عند إجراء التنبيه للعصب الزندي تحت المرفق مقارنة مع سعته عند إجراء التنبيه في الرسغ ، و سبب انخفاض السعة في هذه الحال هو نقص عدد الألياف العصبية التي تم تنبيهها تحت المرفق مقارنة مع عددها في الرسغ .

الحالة الأخيرة التي يجب أن لا تغيب عن ذهننا هي ترافق تفاغر مارتن غروبر مع متلازمة نفق الرسغ (اعتلال عصب ناصف في الرسغ).

بما أن كلاً من متلازمة نفق الرسغ و تفاغر مارتن غروبر كلاهما شائع الحدوث و بالتالي من غير النادر أن يُصادف ترافقهما أثناء الدراسة الحركية للعصب الناصف، حيث تعتبر الاختبارات التشخيصية الكهربائية و خصوصاً دراسة النقل العصبي NCS جزءاً أساسياً في تقييم مرضى متلازمة نفق الرسغ و ذلك بسبب حساسيتها و نوعيتها العالية في إثبات التشخيص، كما أنها تفيد في تقييم شدة الإصابة في العصب الناصف و في نفي التشاخيص التفريقية الأخرى، إضافة لذلك فإن دراسة النقل العصبي تعتبر أساسية في تحديد المرضى المرشحين للجراحة (تثبت التشخيص و تحدد شدة الإصابة) و كذلك تفيد هذه الاختبارات في تحديد الإنذار فكلما كانت الإصابة شديدة يزداد خطر استمرار وجود الأعراض لفترة أطول أو عدم زوالها التام بعد الجراحة [47]،

و بالتالي يجب دائما أن نضع بحسباننا إمكانية وجود تفاغر مارتن غروبر عند إجراء دراسة النقل العصبي الحركي لتققيم أي مريض يعاني من أعراض متلازمة نفق رسغ.

و الأدلة على وجود ترافق بين تفاغر مارتن غروبر مع متلازمة نفق الرسغ [12]:

- ✓ مشاهدة انحراف إيجابي عند تنبيه العصب الناصف في الحفرة المرفقية و تسجيل عضلات الرانفة thenar muscle (لاحظ أن الإنحراف الإيجابي لا يحدث عند تنبيه العصب الناصف في الرسغ).
- ✓ زيادة غير متوقعة في سرعة النقل للعصب الناصف في الساعد.

في الحالة الأخيرة يحدث تطاول لفترة التأخير القاصي distal latency في العصب الناصف.

عند تنبيه العصب الناصف في الرسغ فإن جميع الألياف المنبهة تعبر خلال نفق الرسغ، حيث تنضغط هذه الألياف بوجود متلازمة نفق الرسغ مما يؤدي إلى بطء في النقل و تأخير في وصل التنبيه إلى عضلات الرانفة، أما عند تنبيه العصب الناصف في الحفرة المرفقية فإن جزءاً من الألياف المنبهة تعبر إلى العصب الزندي من خلال التفاغر بينهما و تتجاوز نفق الرسغ فلا تنضغط، و بالتالي لا يحدث بطء فيها و تقوم بتنبيه عضلات الرانفة المعصبة بالزندي فيلتقط إلكترود التسجيل الموضوع على العضلة مبعدة الإبهام القصيرة (عضلة معصبة بالناصف) كمون العمل العضلي المركب المتولد في عضلات الرانفة المجاورة التي يعصبها الزندي (مقربة الإبهام و الرأس العميق لمثنية الإبهام القصيرة) فيسجل انحرافاً إيجابياً (عندما يتولد كمون العمل تحت إلكترود التسجيل فإن الإلكترود يسجل انحرافاً سلبياً بالبداية و إيجابياً مع ابتعاد كمون العمل، أما إذا تولد الكمون بعيداً عن إلكترود التسجيل و اتجه نحوه يتولد انحراف إيجابي بدايةً و عندما تصبح موجة كمون العمل تحت إلكترود التسجيل تسجل انحرافاً سلبياً و عندما تبتعد عن إلكترود التسجيل تعود لتسجل انحرافاً إيجابياً مرة أخرى)

الأمر الآخر بما أن ألياف العصب الناصف التي تم تنبيهها في الرسغ (التنبيه القاصي)، توصل التنبيه ببطء نتيجة الانضغاط في نفق الرسغ و ألياف العصب الناصف التي يتم تنبيهها في الحفرة المرفقية (تنبيه دان) توصل التنبيه بسرعة لأنها تتجاوز منطقة الانضغاط في نفق الرسغ، فإن الفرق بين فترة التأخير القاصي distal latency و فترة التأخير الداني proximal latency تصبح صغيرةً جداً و بالتالي تكون سرعة النقل المحسوبة كبيرة (تذكر سرعة النقل تحسب من خلال البعد بين نقطتي التحريض مقسوما على فرق الزمن (التأخير القاصي–التأخير الداني).

و لكن هذه السرعة كاذبة غير حقيقة فمن النادر أن تتجاوز سرعة النقل الطبيعية للعصب الناصف في الساعد 70–75 ملم/ثا.

أي سرعة مسجلة أكبر من ذلك خصوصاً مع وجود انحراف إيجابي عند التحريض الداني، يقترح إمكانية وجود مارتن غروبر و متلازمة نفق الرسغ.

في بعض الحالات الشديدة من متلازمة نفق الرسغ فإن ألياف العصب الناصف التي تسير عبر تفاغر مارتن غروبر و التي يتم تنبيهها في الحفرة المرفقية، تصل إلى الرانفة قبل الألياف التي تحرض في الرسغ و ذلك بسبب التأخير الملحوظ الذي يحصل عند تحريض الرسغ.

في مثل هذه الحالة النادرة يكون زمن الكمون الداني أقل من زمن التأخير القاصي.

الانحراف الإيجابي الذي يظهر عند التحريض الداني للعصب الناصف يعتبر علامة نوعية تشاهد فقط عند ترافق مارتن غروبر مع متلازمة نفق الرسغ.

إذا لم يكن هناك تأخير في الإشارة في نفق الرسغ فإنها تصل إلى اليد بنفس الوقت لوصول الإشارة التي تعبر عبر ألياف التفاغر، في هذه الحالة فإن الانحراف الإيجابي الصغير من ألياف التفاغر يختفي بواسطة كمونات العمل العضلية المركبة الطبيعية CMAP التي تحدث بنفس الوقت.

في بعض الأحيان تكون الدراسة الحركية للعصب الناصف طبيعية تماماً باستثناء انحراف إيجابي صغير داني و الذي لا يظهر عند التحريض القاصي، عندما يحدث ذلك و لا يوجد خطأ تقني (بمعنى لا يوجد تحريض زائد للعصب الناصف في الحفرة المرفقية)، فهذا يعني دائماً وجود ترافق بين اعتلال العصب الناصف في الرسغ و وجود تفاغر مارتن غروبر، و بالتالي في هذه الحالة فإن وجود تفاغر مارتن غروبر يمكن أن يساعد في دعم تشخيص اعتلال العصب الناصف في الرسغ .

الأهمية السريرية لتفاغر مارتن غروبر:

قد يؤدي وجود التفاغر إلى:

1- تشخيص آفة مزيلة للنخاعين للعصب الزندي في منطقة الساعد أو المرفق عند إجراء دراسة النقل العصبي الحركي الروتيني للعصب الزندي.

2- تقنيع آفة مزيلة للنخاعين للعصب الناصف في منطقة الساعد عند إجراء دراسة النقل العصبي الحركي الروتيني للعصب الناصف.

3- وجود علامات مرضية في تخطيط العضلات المعصبة بالزندي بالإبرة ، في حال وجود آفة مرافقة مقتصرة على القسم الداني من العصب الناصف فوق منطقة التفاغر.

4- غياب العلامات المرضية بتخطيط العضلات المعصبة بالزندي بالإبرة، رغم وجود آفة مرافقة بالجزء الداني للعصب الزندي فوق منطقة التفاغر، و ذلك في حال كانت تلك العضلات تتلقى معظم تعصيبها من الألياف الناصفية المتفاغرة.

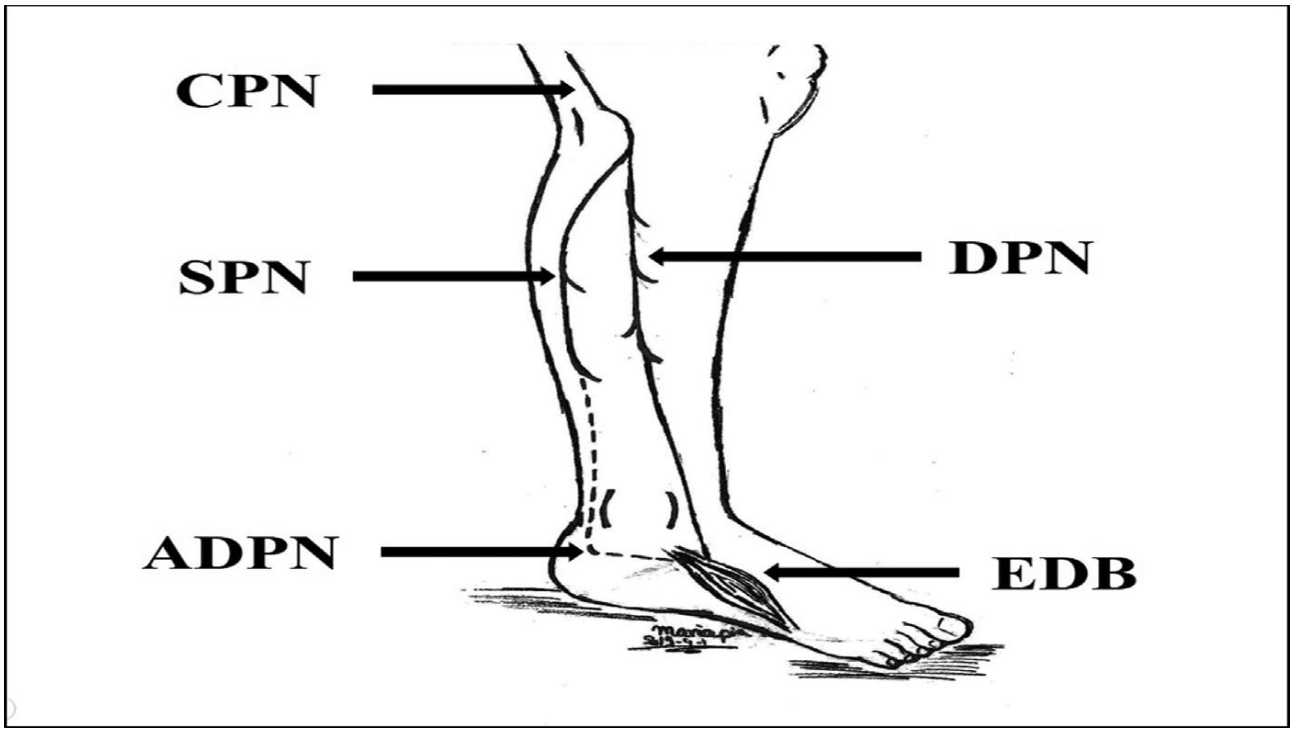
5- الشك بإجراء تنبيه تحت أعظمي في منطقة الرسغ، أو تنبيه مرافق للعصبين الزندي و الناصف سوية في المرفق.

6- تسجيل انحراف إيجابي بدئي مع زمن كمون طبيعي عند تنبيه العصب الناصف في المرفق، رغم تطاول زمن الكمون عند تنبيهه في الرسغ بحال متلازمة نفق رسغ مرافقة للتفاغر، و بالتالي ارتفاع سرعة نقل العصب الناصف في الساعد بشكل كاذب.

العصب الشظوي العميق اللاحق Accessory deep peroneal nerve (ADPN):

إن العضلة باسطة الأصابع القصيرة تعصب بشكل كامل بواسطة العصب الشظوي العميق، و لكن من الشائع أن تتلقى هذه العضلة تعصيباً جزئياً (الجزء الوحشي منها) أو كلياً عبر فرع من العصب الشظوي السطحي، حيث أطلق على هذا الفرع اسم العصب الشظوي العميق اللاحق، حيث يعتبر هذا التباين التشريحي أشيع التنوعات التشريحية على مستوى الطرف السفلي[48].

يتوضع العصب في الجزء الداني منه ضمن المسكن الوحشي للساق حيث يمتد للأسفل على طول الحافة الخلفية للعضلة الشظوية القصيرة .صورة38



صورة38: مخطط ترسيمي للعصب الشظوي العميق اللاحقADPN،العضلة الباسطة القصيرة للأصابعEDB،العصب الشظوي الأصليCPN،العصب الشظوي العميقDPN، العصب الشظوي السطحيSPN. [Saba E.,2019]

يُنسب أقدم ذكر لهذا التباين التشريحي إلى Ruge عام 1878 ، ثم جاء بعده Bryce (1901–1891) و الذي قدم وصفاً تشريحياً لهذا التباين، و في عام 1934 نشر Winckler تحليلاً تفصيلياً لهذا العصب كما ذكر في تقريره أن هذا العصب أشيع عند الرجال مقارنة بالنساء، و في أواخر الستينات من القرن العشرين 1960s قُدمت العديد من التقارير حول هذا التباين التشريحي والتي ذكرت أن نسبته تتراوح بين 2.5% إلى 19%[49]

الدراسة الكهربائية الفيزيولوجية للعصب الشظوي العميق اللاحق :

رأينا أن الأشخاص الذين لديهم عصب شظوي عميق لاحق يكون تعصيب العضلة باسطة الأصابع القصيرة لديهم مضاعفا double innervation، حيث يتلقى الجزء الأنسي من هذه العضلة تعصيبه من العصب الشظوي العميق، فيما يعصب الجزء الوحشي بالعصب الشظوي العميق اللاحق و في حالات نادرة يمكن أن تكون العضلة باسطة الأصابع القصيرة معصبة بشكل كامل بالعصب الشظوي العميق اللاحق.

يمكن تمييز هذا التباين التشريحي أثناء الدراسة الحركية الروتينية للعصب الشظوي، بأن سعة كمون العمل العضلي المركب CMAP المسجل من العضلة باسطة الأصابع القصيرة EDB، يكون أعلى عند تحريض العصب تحت عنق الشظية و الجزء الوحشي من الحفرة المأبضية مقارنة بتحريض العصب على مستوى الكاحل.

الأهمية السريرية للعصب الشظوي العميق اللاحق:

يمتلك العصب الشظوي العميق اللاحق أهمية سريرية كبيرة، حيث يمكن أن يؤدي وجوده إلى إرباك عند إجراء الدراسة الكهربائية الفيزيولوجية للعصب الشظوي أو عند مقاربة و تشخيص الآفات المرتبطة به أو بأحد فروعه، فمثلاً يمكن أن يصادف الطبيب خلال الممارسة السريرية مريضاً لديه اضطرابات حركية في عضلات تتبع لأكثر من عصب، مثال مريض لديه أذية في العصب الشظوي العميق و لكن وظيفة العضلة باسطة الأصابع القصيرة سليمة جزئياً أو كلياً، أو على العكس مريض لديه أذية في العصب الشظوي السطحي و لديه خلل في وظيفة العضلتين الشظويتين الطويلة و القصيرة، إضافةً إلى شلل جزئي أو كلي في العضلة باسطة الأصابع القصيرة، كل ما سبق يمكن أن يسبب إرباكاً للفاحص، و يمكن أن يوصله إلى استنتاجات خاطئة فيتوجه إلى أن أذية

العصب الشظوي العميق جزئية في الحالة الأولى، و أن يتوجه إلى وجود أذية في العصبين الشظويين العميق و السطحي في الحالة الثانية[50].

إضافةً إلى ذلك فقد يؤدي وجود العصب الشظوي العميق اللاحق إلى إرباك في تفسير نتائج اختبارات النقل العصبي، فمثلاً يمكن أن يفسر النقص في سعة كمونات العمل العضلية المسجلة عند تحريض العصب الشظوي، و تسجيل العضلة باسطة الأصابع القصيرة على أنه ناجم عن أذية الجزء القاصي من العصب الشظوي العميق[51].

يمكن أن يؤدي الرض على العصب الشظوي العميق اللاحق إلى ألم مزمن و غير مفسر في الكاحل [49].

إن إدراك وجود العصب الشظوي العميق اللاحق و مناطق توزعه التشريحية يعتبر مهماً جداً للجراح عند إجراء جراحة على الكاحل حتى يحافظ على العصب و يتجنب الإختلاطات الناجمة عن رضه، كذلك يجب الحذر عند إجراء الجراحة أو تنظير في الجزء الخلفي من الكعب الوحشي لتجنب خطر أذية العصب، و يوصى أيضاً بإجراء دراسة كهربائية فيزيولوجية قبل إجراء خزعة العصب الربلي sural biopsy، و ذلك بسب قربه الشديد من العصب الشظوي العميق اللاحق الذي يمتد على طول وتر آشيل إلى الخلف من الكعب الوحشي[49].

يمكن أن يتعرض العصب الشظوي العميق اللاحق إلى أذية من منشأ علاجي iatrogenic damage أثناء الإجراء التشخيصية أو الجراحية أو التحديرية، فمثلاً يمكن أن يتعرض هذا العصب إلى أذية عند إجراء تنظير المفصل أو الحصار التخديري الموضعي، و كذلك المناورات الجراحية على عظم الشظية، و الجراحات المفتوحة على عظام الكاحل، و التثبيت الداخلي لكسور الكعب الوحشي، أو التثبيت الخارجي، و يمكن أيضاً أن يتعرض العصب للرض عند رفع الشرائح الجلدية، أو الطعوم العظمية من الشظية، و غيرها من الجراحات المتنوعة على الساق و الكاحل و القدم[51].

الدراسة العملية

مشكلة البحث:

إن التنوعات في تشريح أعصاب الطرفين العلويين و السفليين شائعة، و إن نقص المعرفة بهذه التنوعات، و أشيع أنماطها، يمكن أن يوقع الطبيب السريري، أو الجراح، أو طبيب التخدير، أو أخصائي التشخيص الكهربائي الفيزيولوجي، بإرباك يمكن أن يقود إلى استنتاجات غير صحيحة، أو علاجات خاطئة، أو أذية عصبية مباشرة، من منشأ جراحي، أو تخديري، و خصوصاً إذا ترافقت هذه التنوعات مع مشكلات عصبية أخرى شائعة كمتلازمة تفق الرسغ.

تساؤلات البحث:

إذا كان تفاغر مارتن غروبر هو التنوع التشريحي العصبي الأشيع في الطرف العلوي، و وجود عصب شظوي عميق لاحق هو التنوع الأشيع على مستوى الطرف السفلي، فما هي نسبة انتشار هذين التنوعين التشريحيين و ترافقهما مع وجود متلازمة نفق الرسغ وفقاً لنتائج دراسة النقل العصبي و التصوير بالأمواج فوق الصوتية؟

أهداف البحث:

الهدف الأولي: تحديد نسبة انتشار كل من تفاغر مارتن غروبر، و العصب الشظوي العميق اللاحق، بحسب دراسات النقل العصبي، و التصوير بالأمواج فوق الصوتية، لدى عينة من مرضى متلازمة نفق الرسغ .

الأهداف الثانوية:

1.تحديد نسبة ترافق التباينين معاً (مارتن غروبر و العصب الشظوي العميق اللاحق) لدى نفس المريض.

2.تحديد الطرف (أيمن–أيسر) الذي يكون حدوث كل من التباينين فيه أشيع.

3.تحديد النسبة التي يكون فيها أي من التباينين ثنائي الجانب.

4.تحديد النمط الأشيع من تفاغر مارتن غروبر.

5.تحديد النمط الأشيع من العصب الشظوي العميق اللاحق (تعصيب كلي أو جزئي للعضلة باسطة الأصابع القصيرة)

6.مقارنة بين نتائج دراسة النقل العصبي و التصوير بالأمواج فوق الصوتية في إظهار التنوعات التشريحية.

الطرائق و المرضى Patients and Methods:

- نوع الدراسة وصفية تحليلية مقطعية عرضانية Descriptive analytic cross sectional study.
- شملت الدراسة مجموعتين من المشاركين.
- ضمت المجموعة الأولى Group1 100مريضاً من المراجعين لأقسام تخطيط الأعصاب في مستشفى حمص الجامعي، تم تشخيصهم سريرياً بالإصابة بمتلازمة نفق الرسغ CTS وفق معايير الأكاديمية الأمريكية لطب الأعصاب 1993:

1)خدر أو نمل أو ألم أو ضعف باليد أو صعوبة بأداء الحركات اليدوية تتحرض هذه الأعراض أو تسوء بالنوم أو الوضعية الثابتة للذراع أو اليد أو الحركات المتكررة لليد أو الرسغ و تخف بتغيير الوضعية أو هز اليد.

2)اضطرابات حسية في مناطق توزع العصب الناصف في اليد.

3)اضطراب حركي أو ضمور في عضلات الرانفة Thenar muscles المعصبة بالعصب الناصف.

4)إيجابية اختبارات التحريض (إيجابية مناورة فالين أو علامة تينيلpositive Phalen's manoeuvre and/or Tinel's sign).

تم وضع التشخيص السريري بوجود المعيار الأول مع واحد أو أكثر من المعايير من 2 حتى 4.

- أما المجموعة الثانية Group 2 فقد ضمت 50 مشاركاً من الأصحاء قريناً بالنسبة للجنس و العمر من الكادر الطبي و مرافقين المرضى.

- معايير الادخال inclusion criteria:

العمر بين 18و60 سنة

- معايير الاستبعاد exclusion criteria :

1) المرضى المعروفون بإصابتهم باعتلالات محاوير عصبية.
2) المرضى المعروفون بإصابتهم بإعتلال أعصاب محيطية.
3) كل المرضى المعروفون بإصابتهم بأمراض مزمنة يمكن أن تؤثر على الجهاز العصبي (السكري,أمراض المناعة الذاتية,اضطرابات الإستقلاب,قصور الدرق,فرط نشاط الدرق).

تم أخذ قصة مرضية مفصلة من جميع المشاركين، كما خضعوا جميعاً لفحص سريري للجهاز العضلي الهيكلي و أعصاب الأطراف مع إجراء مناورات التحريض لمرضى متلازمة نفق الرسغ.

- **دراسة النقل العصبي NCS:**

تمت باستخدام جهاز تخطيط الأعصاب و العضلات ثنائي الأقنية Neurowerk 2 EMG/NCS SIGMA Medizin–Technik مع مراعاة تنظيف مكان التنبيه على الجلد باستخدام الكحول و تدفئة الطرف (حرارة الغرفة 30درجة مئوية) ضبط الجهاز على حسلسية 5 mv لكل CM سرعة المسح 5ms/cm Sweep Speed و تردد التنبيه 1Hz فترة موجة التنبيه 0.1 ms

تمت دراسة النقل الحركي للعصبين الناصف MN و الزندي UN مع تحريض كلا العصبين في منطقتي الرسغ و المرفق، مع تسجيل استجابة ثلاثة من عضلات اليد الداخلية :مبعدة الإبهام القصيرة APB و العضلة بين العظمية لظهرية الأولى FDI و العضلة مبعدة الخنصر AMD

مع تسجيل سعة Amplitude كمونات العمل العضلية المركبة CMAP في العضلات السابقة من ذروة الانحراف الإيجابي و حتى خط السواء و تقدر بال mV.

حساب سرعة النقل CV للعصب الناصف و تقدر بال m/s ، و تحسب بتقسيم المسافة بين نقطتي التحريض القاصي و الداني مقدرة بالمتر، و تقسم على الفرق بين زمن للكمون الداني proximal latency و زمن الكمون القاصي Distal latency مقدرة بالثانية s.

- تم إجراء دراسة النقل العصبي الحسي sensory nerve conduction study للعصب الناصف، و ذلك من خلال تحريض العصب الناصف في الرسغ، و تسجيل كمون العمل الحسي SAP من إلكترودات التسجيل الموضوعة على المفصل بين السلاميات للإصبع الثاني، و تحديد سعة كمونات العمل الحسية من قمة الإنحراف السلبي حتى خط السواء، و تقدر بالميكروفولط و تسجيل زمن الكمون الحسي sensory latency time حيث تم تصنيف شدة الإصابة بمتلازمة نفق الرسغ وفق ما يلي:

- **متلازمة نفق رسغ خفيفة Mild CTS:**

تطاول نسبي أو مطلق في زمن الكمونات الحسية sensory latencies مع دراسة نقل حركي طبيعية مع عدم وجود دليل على أذية محوارية.

- **متلازمة نفق الرسغ متوسطة Moderate CTS:**

نفس الاضطرابات في زمن الكمون الحسي المشاهد في النمط الخفيف، مع تطاول مطلق أو نسبي بزمن الكمون الحركي القاصي Motor distal latency مع عدم وجود دليل على إصابة محوارية.

- **متلازمة نفق الرسغ الشديدة sever CTS::**

أي من الاضطرابات المذكورة أعلاه، مع وجود دليل على أذية محوارية معرفة كمايلي (غياب أو انخفاض في سعة كمون العمل الحسي العصبي، انخفاض أو غياب في كمونات العمل العضلية المركبة المسجلة من عضلات الرانفة).

معايير تشخيص تفاغر مارتن – غروبر:

النمط الأول :

1.انخفاض سعة CMAP لأكثر من 20%عند تنبيه العصب الزندي تحت المرفق، مقارنةً مع سعته عند إجراء التنبيه في الرسغ، و ذلك عند تسجيل العضلة مبعدة الخنصر.

2.وجود مركب CMAP عند تنبيه العصب الناصف في الحفرة المرفقية، و غيابه عند إجراء التنبيه في الرسغ، و ذلك عند تسجيل كمون العضلة مبعدة الخنصر.

3.يتساوى مقدار انخفاض السعة عند تنبيه الزندي تقريباً مع ارتفاعها عند تنبيه الناصف، حيث يعكس هذا الإرتفاع مقدار الألياف المتفاغرة.

النمط الثاني:

1.انخفاض سعة CMAP لأكثر من 20% عند تنبيه العصب الزندي تحت المرفق، مقارنةً مع سعته عند إجراء التنبيه في الرسغ، و ذلك عند تسجيل كمون العضلة بين العظمية الظهرية الأولى.

2.ارتفاع سعة CMAP عند تنبيه العصب الناصف في الحفرة المرفقية، مقارنةً مع سعته عند اجراء التنبيه في الرسغ , و ذلك عند تسجيل كمون العضلة بين العظمية الظهرية الأولى.

3.يتساوى مقدار انخفاض السعة عند تنبيه الزندي، تقريباً مع مقدار ارتفاعها عند تنبيه الناصف لتعكس مقدار مجموع الألياف المتفاغرة.

النمط الثالث :

1.ارتفاع سعة CMAPلأكثر من 20%عند تنبيه العصب الناصف في الحفرة المرفقية، مقارنةً مع سعته عند اجراء التنبيه في الرسغ، و ذلك عند تسجيل كمون العضلة مبعدة الإبهام القصيرة.

2.انخفاض سعة CMAPعند تنبيه العصب الزندي تحت المرفق، مقارنةً مع سعته عند اجراء التنبيه في الرسغ، و ذلك عند تسجيل كمون العضلة مبعدة الإبهام القصيرة.

3.يتساوى مقدار ارتفاع السعة عند تنبيه الناصف، تقريباً مع مقدار انخفاضها عند تنبيه الزندي لتعكس مقدار مجموع الألياف المتفاغرة.

النمط الرابع : اجتماع أكثر من نمط من الأنماط السابقة مع بعضها.

- في حال اجتماع متلازمة نفق الرسغ مع النمط الثالث من تفاغر مارتن غروبر تظهر الدراسة الحركية العصبية للعصب الناصف مع تسجيل العضلة مبعدة الابهام القصيرةAPB ما يلي:

1. انحراف إيجابي عند تنبيه العصب الناصف في الحفرة المرفقية و تسجيل عضلات الرانفة thenar muscle و غيابه عند تنبيه العصب الناصف في الرسغ.
2. زيادة غير متوقعة في سرعة النقل للعصب الناصف في الساعد لأكثر من 75m/s.

في هذه الحالة يحدث تطاول لفترة الكمون القاصي distal latency في العصب الناصف مقارنةً مع الداني.

معايير تشخيص وجود العصب الشظوي العميق اللاحق:

1.سعة كمون العمل المركب CMAP المسجل من العضلة باسطة أصابع القدم القصيرة، يكون أعلى عند تحريض العصب الشظوي الأصلي تحت عنق الشظية، و في الحفرة المأبضية مقارنةً بتحريض العصب الشظوي العميق في الكاحل.

أو

2.عدم تسجيل أي كمون عمل مركب CMAPعند تحريض العصب الشظوي العميق في منطقة الكاحل، بينما يسجل كمون عمل طبيعي عند تحريض العصب الشظوي الأصلي في منطقة تحت عنق الشظية و الحفرة المأبضية.

و لإثبات وجود العصب الشظوي العميق اللاحق قمنا في كلتا الحالتين بإجراء التنبيه خلف الكعب الوحشي مع إبقاء إلكترود التسجيل على العضلة باسطة الأصابع القصيرة، فإذا تم تسجيل كمون عمل عضلي مركب CMAP فنقول أن العصب الشظوي العميق اللاحق موجود و يقوم بتعصيب العضلة باسطة الأصابع القصيرة جزئياً في الحالة الأولى، حيث تكون سعة كمون العمل CMAPالمسجلة مساوية للانخفاض في كمون العمل عند التنبيه في منطقة الكاحل بالمقارنة مع التنبيه تحت عنق الشظية و في الحفرة المأبضية.

بينما نقول أن العصب الشظوي العميق اللاحق يعصب كامل العضلة باسطة الأصابع القصيرة في الحالة الثانية.

ثالثاً: كشف تفاغر مارتن غروبر و العصب الشظوي العميق اللاحق باستخدام التصوير بالأمواج فوق الصوتية:

وفقاً لمعظم الدراسات التشريحية فإن تفاغر مارتن غروبر من منشأه من العصب الناصف، أو العصب بين العظمين الأمامي، حتى التقائه بالعصب الزندي، يتوضع ضمن المنطقة الممتدة من الخط الواصل بين لقمتي عظم العضد، حتى 12 سم بالاتجاه القاصي، و بالتالي قمنا باستخدام البروب السطحي بمسح هذه المنطقة مع ملاحظة و تتبع أي بنية تشبه قرص العسل بالمستوى المستعرض، والتي تمتد بين العصبين الناصف و بين العظمين الأمامي من جهة و العصب الزندي من جهة أخرى.

أما العصب الشظوي العميق اللاحق فقمنا بالتحري عنه من خلال ملاحظة وجود أي بينية تشبه قرص العسل بالمستوى المستعرض و تقع خلف الكعب الوحشي.

الدراسة الإحصائية:

تم التعبير عن المتغيرات المستمرة continuous variables باستخدام المتوسط mean، و الانحرافات المعيارية(standard deviasion(SD، أما المتغيرات الفئوية فتم التعبير عنها باستخدام النسب المئوية. تمت المقارنة بين المتغيرات الفئوية باستخدام اختبار Chi-Square، أما العلاقة بين المتغيرات الفئوية فتمت دراستها باستخدام اختبار ANOVA. تم إجراء الإختبارت الإحصائية السابقة باستخدام برنامج SPSS(version 26,0 (IBM Statistics، تم ضبط الأهمية الإحصائية P value of<0,05 تم الاعتيان باستخدام برنامج G*Power(version3,1,9,2) و اعتماد دراسة (Refai 2012) التي حددت نسبة انتشار تفاغر مارتن غروبر لدى المراجعين لمستشفى المواساة في دمشق بنسبة 23.5%، و باستخدام حدود ثقة 5% و قوة 80% فوجدنا أن الدراسة تحتاج إلى 50 مشاركاً في كل ذراع، و قمنا بزيادة العدد في مجموعة المرضى إلى 100 لزيادة قوة الدراسة.

النتائج:

شملت الدراسة مجموعتين من المشاركين :

المجموعة الأولى Group 1 ضمت 100 مريضاً تم تشخيصهم سريريا بإصابتهم بمتلازمة نفق الرسغ CTS أحادية أو ثنائية الجانب(19 ذكراً بنسبة 19% و 81 أنثى بنسبة 81%) حيث تم إخضاعهم إلى دراسة فيزيولوجية كهربائية و بحسب نتائج هذه الدراسة تم تقسيم المرضى إلى مجموعتين:

Group1A : و ضمت 22 مريضاً كانت نتائج الدراسة لديهم طبيعية بنسبة (22%).

Group 1B : و ضمت 78 مريضاً أظهرت الدراسة الفيزيولوجية الكهربائية لديهم علامات متلازمة نفق الرسغ، حيث تم تصنيف هؤلاء ضمن 3 فئات بحسب دراسة النقل العصبي:

25 مريضاً (25%) كان لديهم اصابة خفيفة Mild و38 مريضاً (38%) كانت لديهم اصابة متوسطة Moderate و 15 مريضاً(15%) كان لديهم إصابة شديدة Sever.

بينما شملت المجموعة الثانية Gropup 2 : 50 شاهداً control من الأصحاء قريناً بالنسبة للعمر و الجنس 11 ذكراً بنسبة 22% و الباقي من الإناث 39 بنسبة 78%.

لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً بين مجموعتي الدراسة بالنسبة للخصائص الديموغرافية و الأنثروبومترية demographic and anthropometric data إلا بالنسبة للوزن و لمشعر كتلة الجسم BMI حيث كان متوسط BMI أعلى لدى مجموعة المرضى(متلازمة نفق الرسغ) مقارنة بالشهود جدول1.

- و بحسب نتائج دراسة النقل العصبي NCS وجدنا تفاغر مارتن غروبر لدى 34 مشاركاً، أي ما نسبته 22.6% من مجموع المشاركين الكلي، حيث وجد لدى 23 مريضاً من المجموعة 1 بنسبة 23%،

5 من المجموعة 1A و 18 من المجموعة 1B بينما وجدنا التفاغر لدى 11 مشاركاً من المجموعة 2 أي ما نسبته 22%.

جدول 1 مقارنة بين المجموعة 1 و المجموعة 2 بالنسبة للخصائص الديموغرافية و الأنثروبومترية

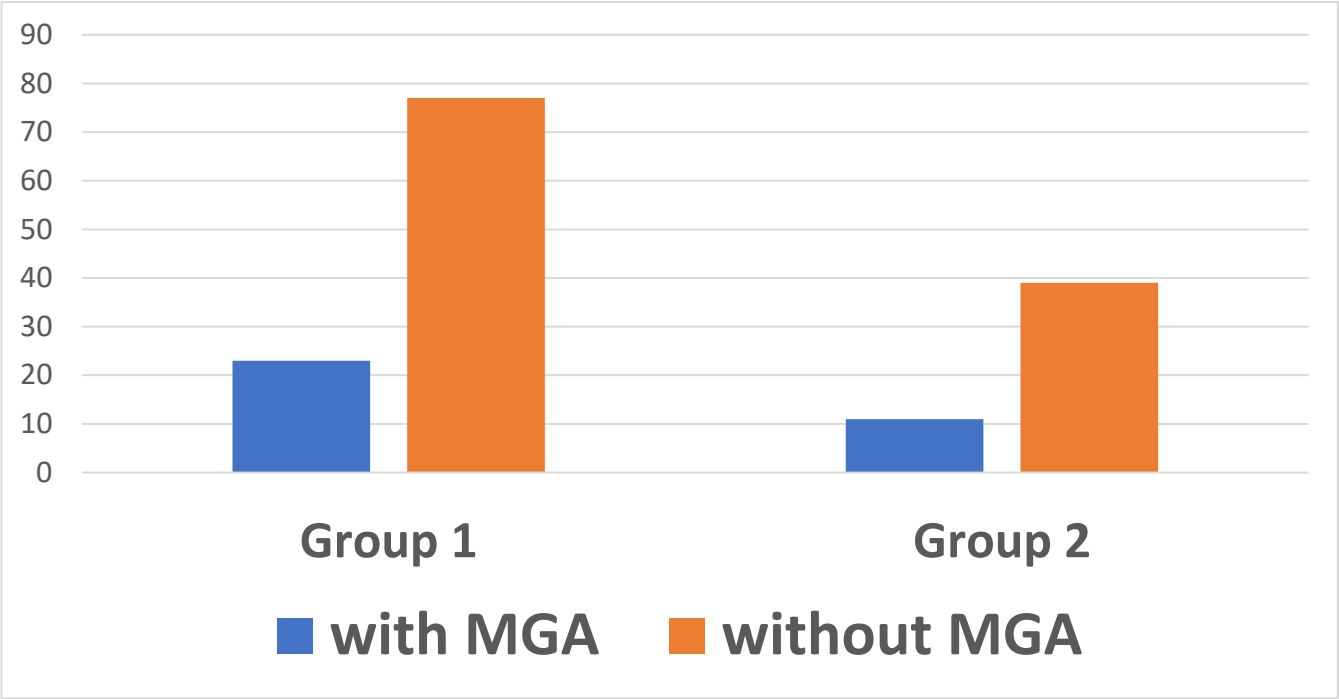
demographic and anthropometric data

Variables	Group1(cases) Number 100	Group2(control) Number 50	p
Age(year) mean±SD	38.6±9.3	38.9±9.4	0.86
Gender	Male N(%) 19(19%)	11(22%)	0.21
	Female N(%) 81(81%)	39(78%)	
Weight(Kg) mean±SD	81±11.6	77.5±9.3	0.042
Hight(cm) mean±SD	165±5.4	166±5.1	0.28
BMI(kg/m2) mean±SD	30±2.4	27±1.7	0.007

- لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً بنسب انتشار تفاغر مارتن غروبر بين مجموعة المرضى Group1B و مجموعة الشواهد Group 2 ($p> 0.05$).

جدول 2 : مقارنة بين المجموعة 1 و المجموعة 2 من حيث نسب انتشار تفاغر ماترن غروبر.

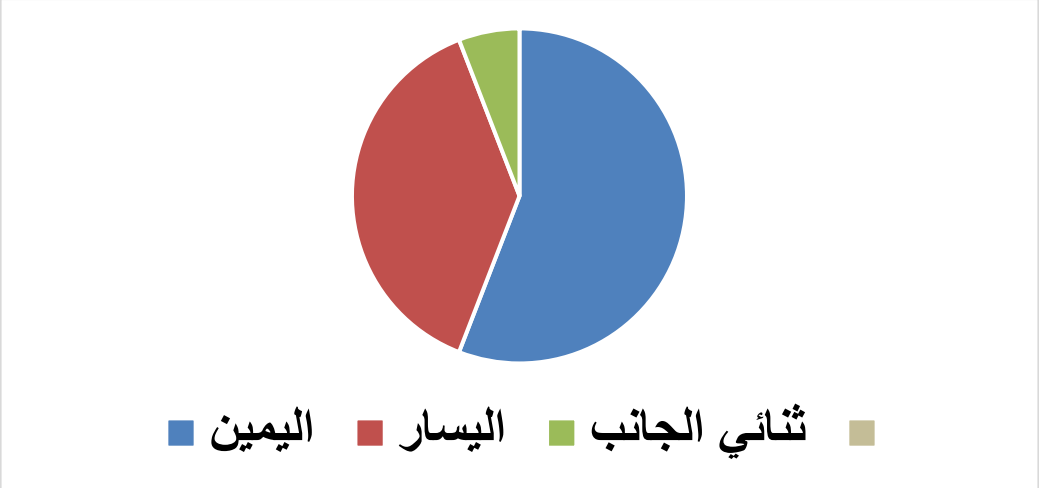
	Group1B Number= 78	Group2 Number= 50	P
MGA N(%)	18(23%)	11(22%)	0.842



شكل1: مقارنة بين مجموعة مرضى متلازمة نفق الرسغ(group 1) و مجموعة الشاهد (Group 2) من حيث نسب انتشار تفاغر مارتن غروبر (MGA).

من بين 34 تم اكتشاف تفارغر مارتن غروبر لديهم كان التفاغر موجوداً في اليد اليمنى لدى 19 مشاركاً (55.8%)، و في اليد اليسرى لدى 13 مشاركاً (38.2%)، و ثنائي الجانب لدى 2 من المشاركين (6%)

و باستخدام اختبار كاي مربع نجد $p\approx0.3173$ أي لا يوجد فرق هام إحصائياً في توزع وجود التفاغر بين الطرفين الأيمن و الأيسر.



شكل2:توزع تفاغر مارتن غروبر بين الطرفين الأيمن و الأيسر.

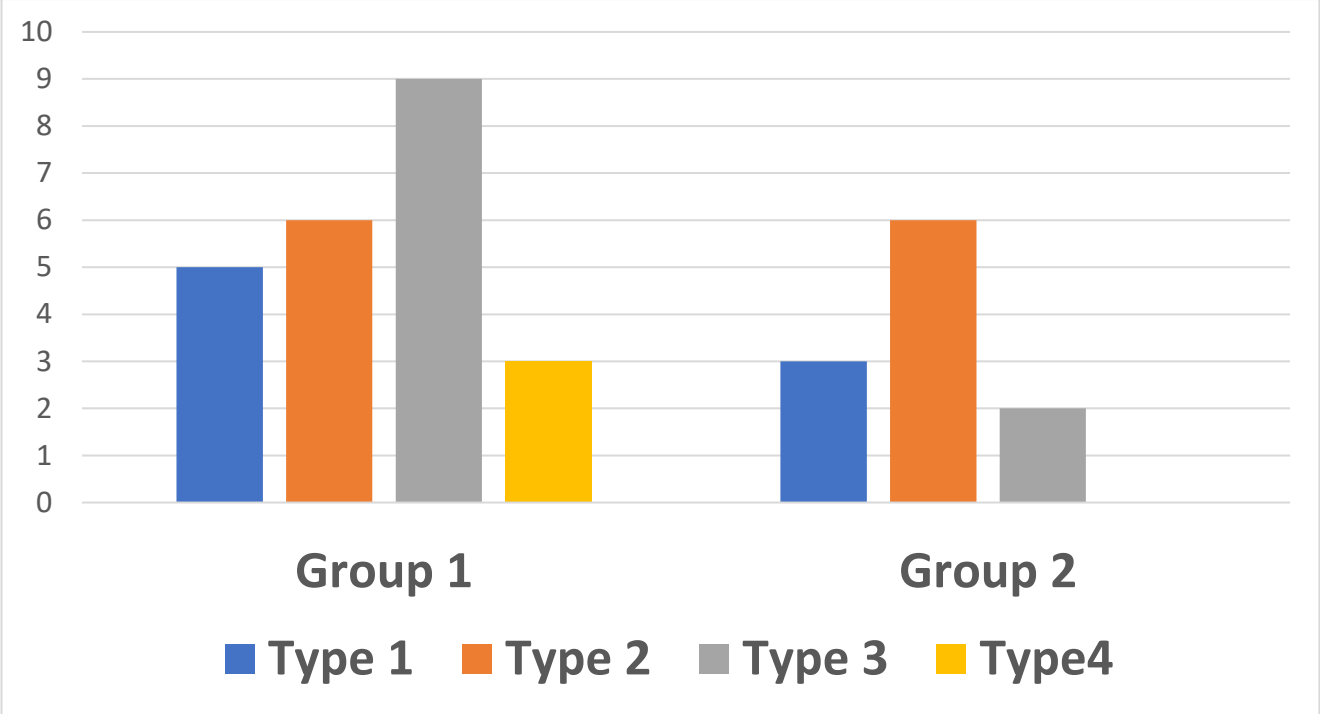
من بين من اكتشف تفاغر مارتن غروبر لديهم، وجدنا النمط 3 هو النمط الأشيع لدى المشاركين من المجموعة1 حيث وجدناه لدى 9 مرضى بنسبة 50% و النمط 1 لدى 5 مرضى بنسبة 27.7% و النمط 2 لدى 6 مرضى بنسبة 33.3% و النمط4 لدى 3 أي حوالي 16.6%.

وجدنا النمط 2 من تفاغر مارتن غروبر لدى 6 مشاركين من المجموعة 2 بنسبة 54.5%و هو النمط الأشيع و النمط1 لدى 3 من المشاركين بنسبة 22.2% و النمط 3 لدى 2 من المشاركين بنسبة 18.3% و لم نجد النمط 4 لدى أي مشارك.

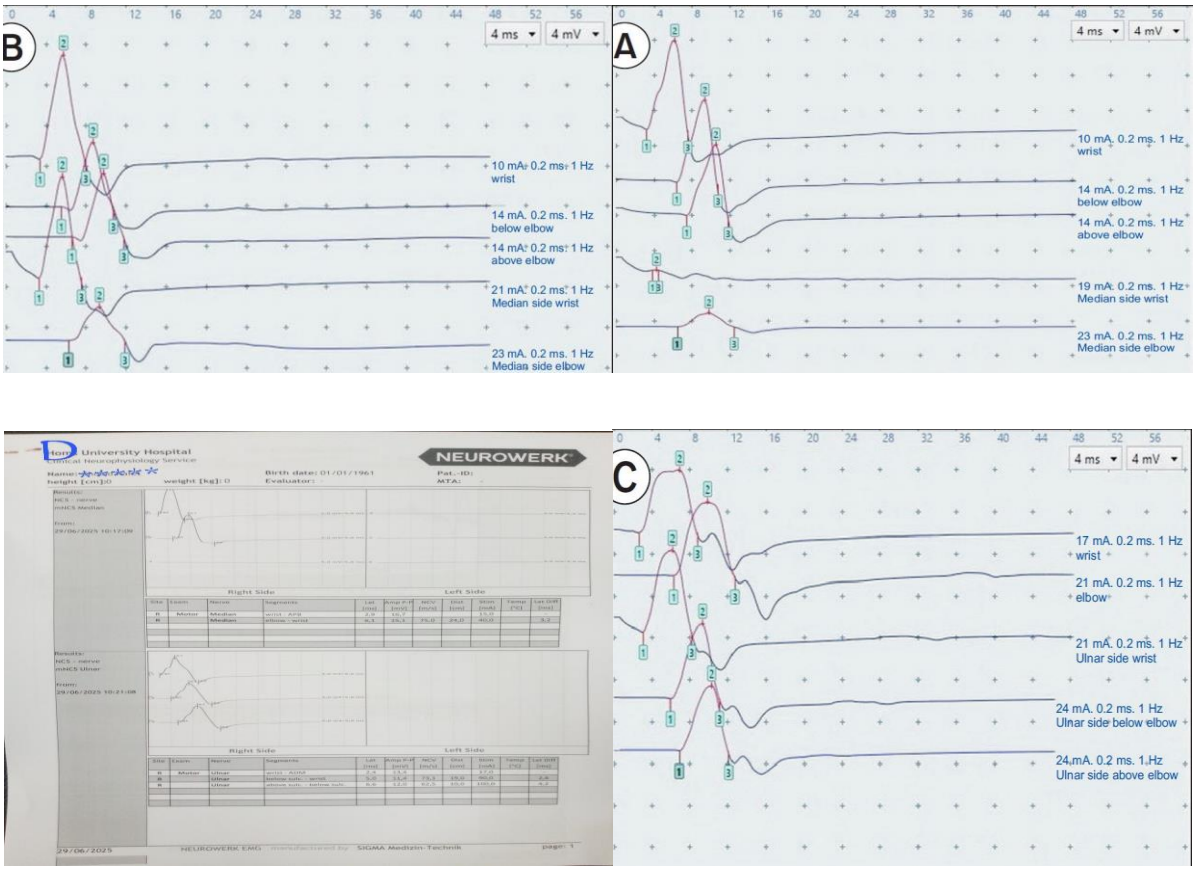
تم تطبيق اختبار Fisher's exact test و مقارنة توزع أنماط تفاغر مارتن غروبر.

جدول3: توزع أنماط تفاغر مارتن غروبر بين مجموعتي الدراسة.

	Group1 MGA Number= 23	Group2 MGA number= 11	p
MGA Type1 N(%)	5(21.7%)	3(22.2%)	0.677
MGA Type2 N(%)	6(26%)	6(54.5%)	1.000
MGA Type3 N(%)	9(39%)	2(18.3%)	0.043
MGA Type4 N(%)	**3(13.3%)**	_	**0.001**



شكل3: توزع أنماط تفاغر مارتن غروبر بين مجموعتي الدراسة.



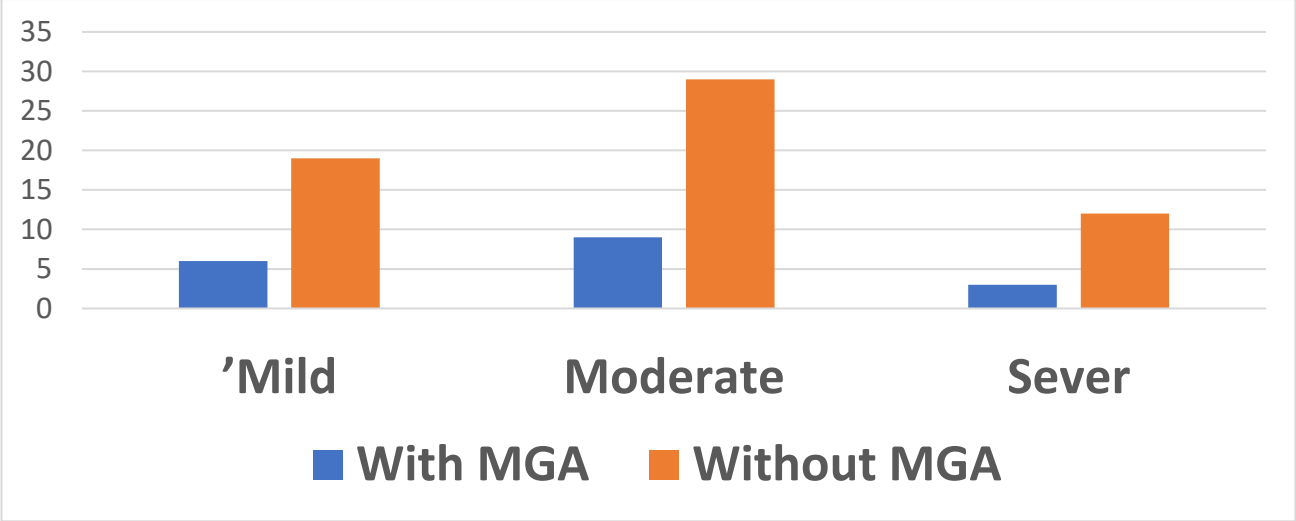
صورة39: دراسة النقل العصبي تظهر أنماط تفاغر مارتن غروبر، A نمط1 B نمط2 C نمط3. D طبيعي

من بين المشاركين من المجموعة 1B التي أظهرت الدراسة الكهربائية تبدلات تخطيطية لمتلازمة نفق الرسغ، و الذين اكتشف تفاغر مارتن غروبر أيضاً لديهم فقد توزع انتشار التفاغر بحسب شدة الإصابة على الشكل التالي:

وجدنا التفاغر لدى 6 مرضى ممن كانت شدة الإصابة بمتلازمة نفق الرسغ لديهم خفيفة MILD ، من أصل 34 بنسبة 24% و 9 مرضى ممن كانت شدة الإصابة بمتلازمة نفق الرسغ لديهم متوسطة Moderate من أصل 31 بنسبة 23.6% و 3 ممن كانت شدة الإصابة لديهم شديدة من أصل 13 بنسبة 20%، لم نجد علاقة هامة إحصائياً بين شدة الإصابة بمتلازمة نفق الرسغ و تواجد تفاغر مارتن غروبر، و لدى تطبيق اختبار chi square للاستقلالية بعد تطبيق اختبار العلاقة بين شدة الإصابة بمتلازمة نفق الرسغ و وجود تفاغر مارتن غروبر لم نجد علاقة هامة إحصائيا chi square p=0.456.

جدول 4: توزع حالات تفاغر مارتن غروبر تبعا لشدة الإصابة بمتلازمة نفق الرسغ

شدة CTS	MGA موجود	MGA غير موجود	المجموع	P
خفيفة	6	28	34	0.456
متوسطة	9	22	31	
شديدة	3	10	13	
المجموع	18	60	78	



شكل4:توزع حالات تفاغر مارتن غروبر تبعا لشدة الإصابة بمتلازمة نفق الرسغ.

لدى مقارنة نتائج دراسة النقل العصبي NCS بين مرضى متلازمة نفق الرسغ من المجموعة 1B و الذين ليهم تفاغر مارتن غروبر، و بين من ليس لديهم تفاغر مارتن غروبر وجدنا بحسب اختبار independent samples test فرقاً هاماً إحصائياً بين المجموعتن من ناحية زمن الاستتار الداني proximal latency ،حيث كان متوسط هذا الزمن أقصر لدى المرضى الذين لديهم تفاغر مارتن غروبر، كما أن متوسط سرعة النقل عبر العصب الناصف كانت أكبر لدى المرضى الذين لديهم تفاغر مارتن غروبر، بينما لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً بين المجموعتين من ناحية زمن الاستتار القاصي Distal latency.

جدول5:: مقارنة بين مرضى متلازمة نفق الرسغ المشخصين بالدراسة الفيزيولوجية الكهربائية مع أو بدون تفاغر مارتن غروبر من حيث دراسة النقل العصبي للعصب الناصف.

NCS variables Median Nerve	Group1B		P
	With MGA	Without MGA	
Distal latency ms mean	5.8	5.9	0.25
Proximal latency ms mean	6.9	8.9	< 0.001
CV m/s mean	79.2	56.1	< 0.001

من بين مرضى متلازمة نفق الرسغ Group 1 B الذين تم اكتشاف تفاغر مارتن غروبر من النمط 1 لديهم، وجدنا زيادةً هامة في متوسط سعة Amplitude كمونات العمل العضلية المركبة CMAP المسجلة من العضلة مبعدة الخنصر ADM عند تنبيه العصب الزندي في الرسغ مقارنة مع السعة عند تنبيهه في المرفق ((p=0.034)(1.8±0.6mv(24%))

بينما وجدنا نقصاً كبيراً جداً في متوسط سعة كمونات العمل العضلية المركبة CMAP المسجلة عند تنبيه العصب الناصف في الرسغ مقارنة مع تنبيهه في المرفق ((1.2±0.2mv(98%) جدول 6.

جدول6: مقارنة نتائج دراسة النقل بين العصبين الناصف و الزندي لدى مجموعة المرضى الذين لديهم تفاغر مارتن غروبر من النمط الأول.

	Group1	
	MGA1	
	UN ADM	MN ADM
DML(ms)	2.7±0.3	5.6±1.5
CMAP-AW (mv)	11.5±2.5	0.4±0.2
CMAP-AE(mv)	8.5±2.4	1.4±0.4
Ulnar gain in amplitude mv(%)	1.8±0.6 (22%)	
Median drope in amplitude(%)		1.2±0.2 (90%)

من بين مرضى متلازمة نفق الرسغ Group 1 B الذين تم اكتشاف تفاغر مارتن غروبر من النمط 2 لديهم، وجدنا زيادةً هامةً في سعة كمونات العمل العضلية المركبة CMAP ، عند تنبيه العصب الزندي في الرسغ مقارنةً مع تنبيهه في المرفق و تسجيل العضلة بين العظمية الظهرية الأولى FDI p=0.0001 +80% (4.35±2.5 mv)

بينما وجدنا نقصاناً هاماً في متوسط كمونات العمل العضلية المركبة CMAP ، المسجلة من العضلة بين العظمية الظهرية الأولى FDI عند تنبيه العصب الناصف في الرسغ، مقارنةً مع تنبيهه في المرفق (3.1±1.5)(98%)p=0.00001 جدول 7

جدول7:مقارنة نتائج دراسة النقل بين العصبين الناصف و الزندي لدى مجموعة المرضى الذين لديهم تفاغر مارتن غروبر من النمط الثاني.

	Group1	
	MGA2	
	UN FDI	MN FDI
DML(ms)	3.7±0.3	5.1±1.1
CMAP-AW (mv)	11.7±4.5	0.4±0.3
CMAP-AE(mv)	7.4±3.8	3.9±2.4
Ulnar gain in amplitude mv(%)	4.35±2.5 (81%)	
Median drope in amplitude(%)		3.1±1.5 (98%)

من بين مرضى متلازمة نفق الرسغ Group1B ممن تم اكتشاف تفاغر مارتن غروبر من النمط3 لديهم، وجدنا زيادةً هامةً في سرعة النقل عبر العصب الناصف MN ، بينما لم نجد زيادةً هامةً في متوسط سعة كمونات العمل العضلية المركبة CMAP المسجلة من العضلة مبعدة الإبهام القصيرة ABP عند تنبيه العصب الناصف في الرسغ مقارنة مع تنبيهه في الحفرة المرفقية (0.4±0.5)(%5)p=0.143

بينما وجدنا نقصا هاما في متوسط سعة كمونات العمل العضلية المركبة المسجلة من العصب الزندي عند تنبيهه في الرسغ مقارنة مع تنبيهه في منطقة المرفقp=0.0349 (%22)(0.4±0.9) جدول 8

جدول8: مقارنة نتائج دراسة النقل بين العصبين الناصف و الزندي لدى مجموعة المرضى الذين لديهم تفاغر مارتن غروبر من النمط الثالث.

	Group1B	
	MGA type3	
	UN APB	MN APB
DML(ms)	3.3±0.9	5.1±1.1
CV(m/s)	55±11	125±30
CMAP-AW	4.8±2.4	4.5±3.8
CMAP-AE	3.9±1.6	5.4±3.3
Ulnar gain in amplitude mv(%)	0.9±0.4(22%)	
Median drope in amplitude(%)		0.5±0.4(5%)

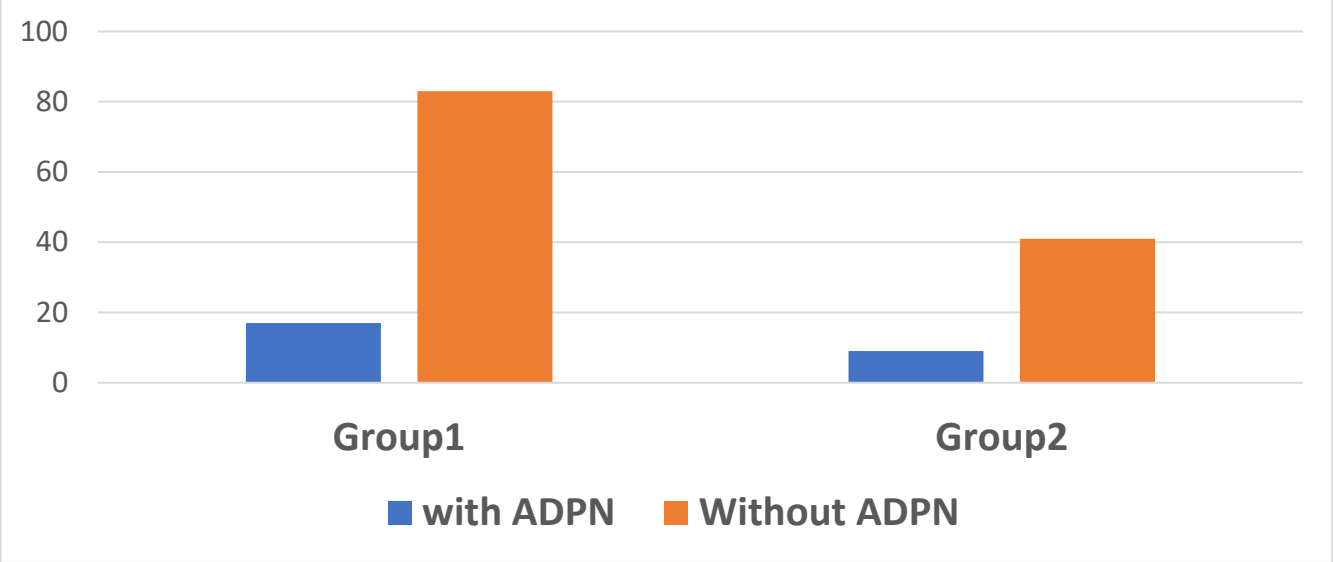
لدى إجراء دراسة كهربائية فيزيولوجية للعصب الشظوي تم كشف وجود العصب الشظوي العميق اللاحق ADPN لدى 23 من المشاركين، أي بنسبة بلغت حوالي 18%، حيث تم اكتشاف العصب لدى 14 مشاركاً من المجموعة 1b، أي بنسبة بلغت حوالي 17.9% و لدى 9 من المشاركين من المجموعة 2 أي بنسبة 18% حيث لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً بين المجموعتين$p>0.05$

وجدنا العصب في الطرف الأيمن لدى 12 مشاركاً بنسبة 52.1% و في اليسار لدى 11 مشاركاً بنسبة 47.8% بينما لم نجد أي مشرك لديه عصب شظوي عميق لاحق ثنائي الجانب.

و كان التعصيب للعضلة باسطة الأصابع القصيرة جزئياً في جميع الحالات

جدول9: مقارنة نسبة انتشار وجود العصب الشظوي العميق اللاحقADPN لدى مرضى متلازمة نفق الرسغ(Group1b) مقارنة مع مجموعة الشاهد Group2

	Group1b N=78	Group2 N=50	P
ADPN N(%)	14(17.9%)	9(18%)	0.324



شكل5:مقارنة نسبة انتشار وجود العصب الشظوي العميق اللاحقADPN لدى مرضى متلازمة نفق الرسغ(Group1) مقارنة مع مجموعة الشاهد Group2.



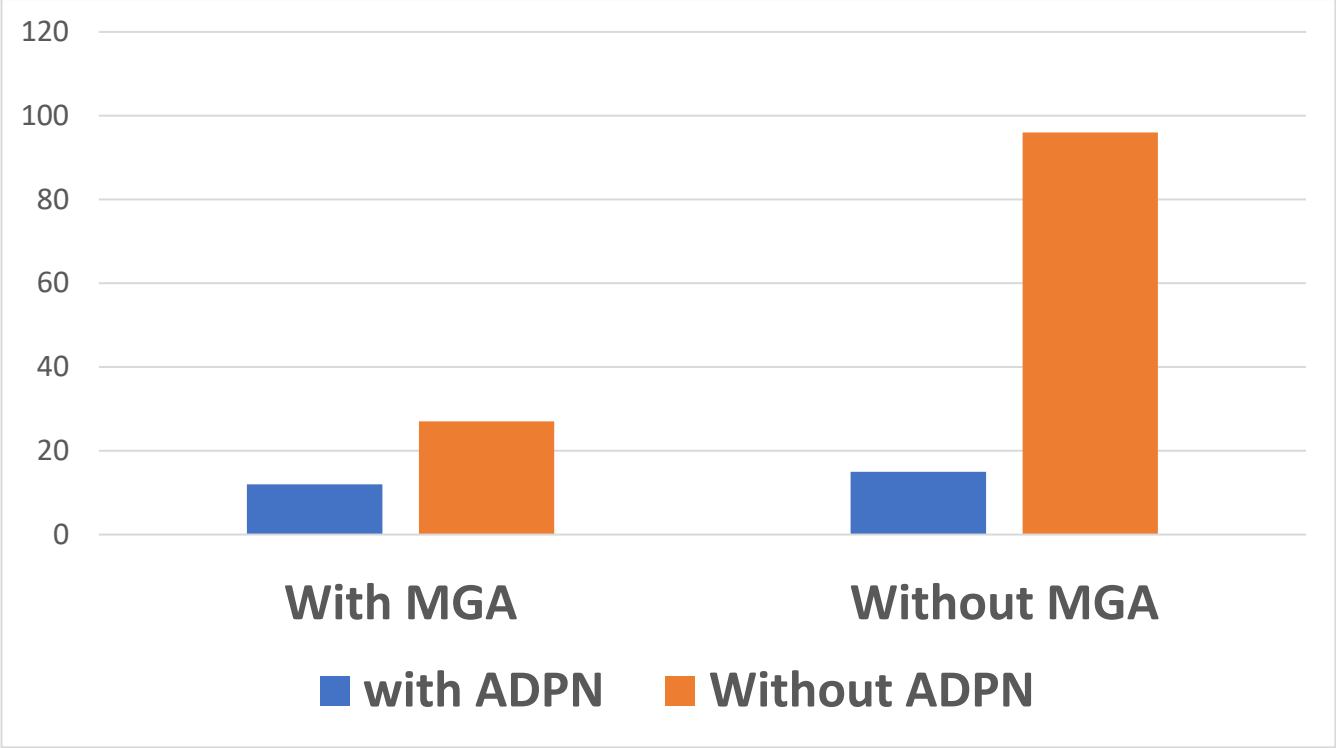
شكل6:توزع وجود ADPN بين الطرفين.

لدى مقارنة نسبة انتشار وجود العصب الشظوي العميق اللاحق بين المشاركين الذين لديهم تفاغر مارتن غروبر، و بين الذين لم يوجد التفاغر لديهم .

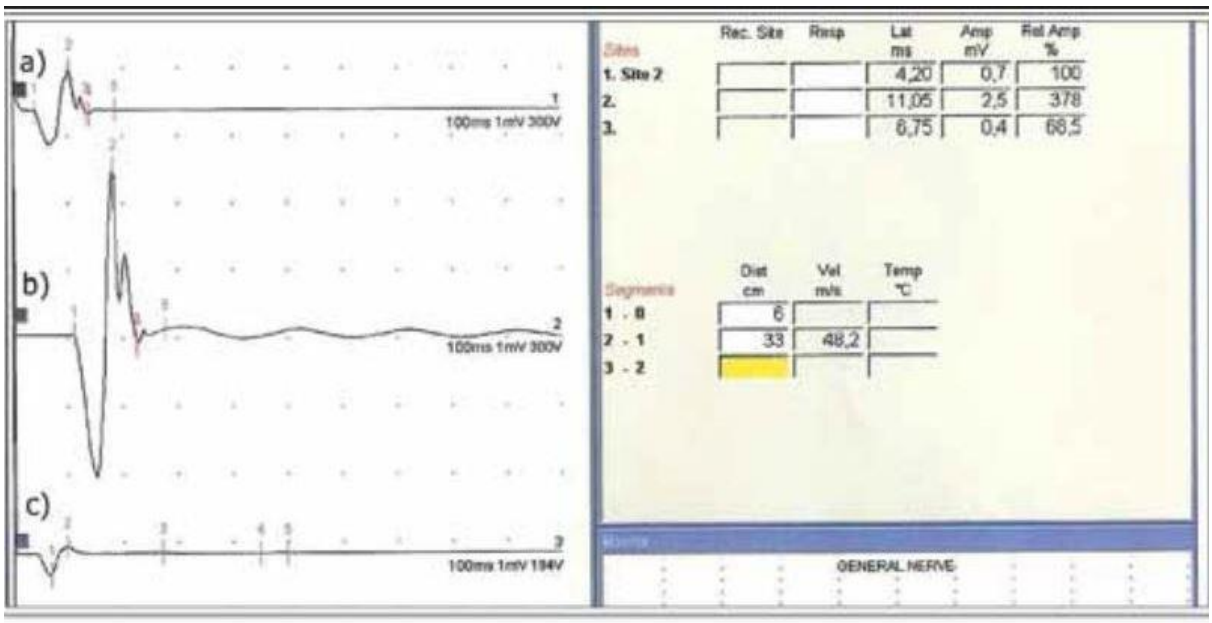
تم اكتشاف العصب لدى 10 من المشاركين ممن لديهم تفاغر مارتن غروبر، بنسبة انتشار حوالي 29.4% بينما تم اكتشاف العصب لدى 13 من المشاركين ممن ليس لديهم تفاغر مارتن غروبر، أي بنسبة 13.8% حيث وجدنا علاقة هامة إحصائيا بين وجود تفاغر مارتن غروبر و وجود العصب الشظوي العميق اللاحق $p<0.05$.

جدول10: نسبة انتشار وجود العصب الشظوي العميق اللاحق بين المشاركين مع أو بدون تفاغر مارتن غروبر.

	With MGA N=34	Without MGA N=94	P
ADPN N (%)	10(29.4%)	13(13.8%)	0.023



شكل7:نسبة انتشار وجود العصب الشظوي العميق اللاحق بين المشاركين مع أو بدون تفاغر مارتن غروبر.



صورة40 : دراسة النقل العصبي مع تسجيل استجابة العضلة باسطة الأصابع القصيرة تظهر تعصيبا جزئيا بالعصب الشظوي العميق اللاحق،a :تحريض العصب الشظوي العميق في الكاحل،b : تحريض العصب الشظوي الأصلي في الركبة،c: تحريض العصب الشظوي العميق اللاحق.

من بين ال 10 مشاركين الذين وجدنا لديهم كلا التباينين وجدنا العصب الشظوي و تفاغر مارتن غروبر بنفس الجهة لدى 7 منهم بنسبة 70% بالجهة اليمنى.

❖ **دراسة الترافق بين متلازمة نفق الرسغ وتفاغر مارتن غروبر وفقا لنتائج التصوير بالأمواج فوق الصوتية:**

عند إجراء التصوير بالأمواج فوق الصوتية للطرفين العلويين، وجدنا تفاغر مارتن غروبر لدى 13 مشاركاً من أصل 78 مشاركاً من المجوعة B1 (تم تشخيصهم سريرياً بالإصابة بمتلازمة نفق الرسغ و تم تأكيد التشخيص بدراسة النقل العصبي) بنسبة بلغت تقريبا 16.6% بينما وجدنا التفاغر لدى 8 مشاركين من المجموعة2 (مجموعة الشهود الأصحاء) بنسبة بلغت 16%.

أي تم كشف التفاغر بالتصوير بالأمواج فوق الصوتية لدى 22 مشاركاً

و كان التفاغر موجوداً لدى جميعهم بنتيجة دراسة النقل العصبي

لدى اجراء التحليل الإحصائي للمقارنة بين المجموعتين باستخدام اختبار(Chi-squared test)

وجدنا قيمة $P\approx0.94$ و بالتالي لا يوجد فرق ذو دلالة هامة احصائياً بين المجموعتين

نستنتج : لا يوجد ترافق بين متلازمة نفق الرسغ و وجود تفاغر مارتن غروبر وفقا للتصوير بالأمواج فوق الصوتية.

جدول11:مقارنة وجود تفاغر مارتن غروبر بين مجموعة المرضى ومجموعة الشاهد بحسب دراسة النقل العصبي.

	المجموعة1B(CTS) N=78	المجموعة2(Control) N=50	المجموع	P
التفاغر موجود	13(16.6%)	8(16%)	21	0.94
التفاغر غير موجود	65	42	107	
المجموع	78	50	128	

جدول12: مقارنة التصوير بالأمواج فوق الصوتية مع دراسة النقل العصبي في كشف تفاغر مارتن غروبر.

	دراسة النقل العصبي(NCS) التفاغر موجود +	دراسة النقل العصبي(NCS) التفاغر غير موجود -	المجموع
التصوير بالأمواج فوق الصوتية(US) التفاغر موجود +	13	0	13
التصوير بالأمواج فوق الصوتية(US) التفاغر غير موجود -	5	110	115
المجموع	18	110	128

من الجدول السابق و باعتبار دراسة النقل العصبي هي المعيار الذهبي نستطيع حساب ما يلي :

الحساسية sensitivity $\approx 72.2\%$

النوعية specificity = 100%

القيمة التنبؤية الإيجابية PPV = 100%

القيمة التنبؤية السلبية NPV $\approx 95.7\%$

الدقة Accuracy $\approx 96.1\%$

عند استخدام اختبار McNemar's Test(binominal exact) للمقارنة بين التصوير بالأمواج فوق الصوتية و دراسة النقل العصبي وجدنا $P\approx0.0078$ و بالتالي يوجد فرق هام إحصائيا في قدرة الاختبارين على كشف وجود تفاغر مارتن غروبر حيث تعتبر دراسة النقل العصبي أكثر قدرة على كشف التفاغر.

- **دراسة ترافق متلازمة نفق الرسغ مع وجود العصب الشظوي العميق اللاحق بحسب التصوير بالأمواج فوق الصوتية**

عند إجراء التصوير بالأمواج فوق الصوتية للطرفين السفليين بحسب البروتوكول المذكور سابقاً، وجدنا العصب الشظوي العميق اللاحق لدى 9 مشاركين من المجموعة B1 (مرضى متلازمة نفق رسغ مشخصين سريرياً و كهربائياً) بنسبة بلغت حوالي 11.5% و لدى 5 مشاركين من المجموعة2 بنسبة بلغت 10%.

أي أن العصب ظهر بالتصوير بالأمواج فوق الصوتية لدى 14 مشاركاً و كان العصب موجوداً بنتيجة دراسة النقل العصبي لدى 12 منهم و اثنين لم يكن موجوداً

و لدى تحليل نسبة انتشار العصب الشظوي العميق اللاحق و مقارنة نسبة انتشاره لدى مرضى متلازمة نفق الرسغ مقارنة مع الشهود الأصحاء باستخدام اختبار(Chi-squared test) وجدنا قيمة $P\approx0.99$ و بالتالي نستنتج أنه لا يوجد ترافق ذو دلالة إحصائية بين متلازمة نفق الرسغ و وجود العصب الشظوي العميق اللاحق.

جدول13:مقارنة وجود العصب الشظوي العميق اللاحق بين مجموعة المرضى و مجموعة الشاهد بحسب نتائج التصوير بالأمواج فوق الصوتية.

	مجموعة1B(CTS) N=78	مجموعة2 (control) N=50	المجموع	P
عصب شظوي عميق لاحق موجود (+)	9	5	14	0.99
عصب شظوي عميق لاحق غير موجود(-)	69	45	114	
المجموع	78	50	128	

جدول14: مقارنة نتائج التصوير بالأمواج فوق الصوتية مع دراسة النقل العصبي في كشف وجود العصب الشظوي العميق اللاحق.

	دراسة النقل العصبي(NCS) العصب موجود +	دراسة النقل العصبي(NCS) العصب غير موجود -	المجموع
التصوير بالأمواج فوق الصوتية(US) العصب موجود +	12	2	14
التصوير بالأمواج فوق الصوتية(US) العصب غير موجود -	11	103	114
المجموع	23	114	128

من الجدول السابق و باعتبار دراسة النقل العصبي هي المعيار الذهبي نستطيع حساب ما يلي :

الحساسية 52.17% ≈ sensitivity

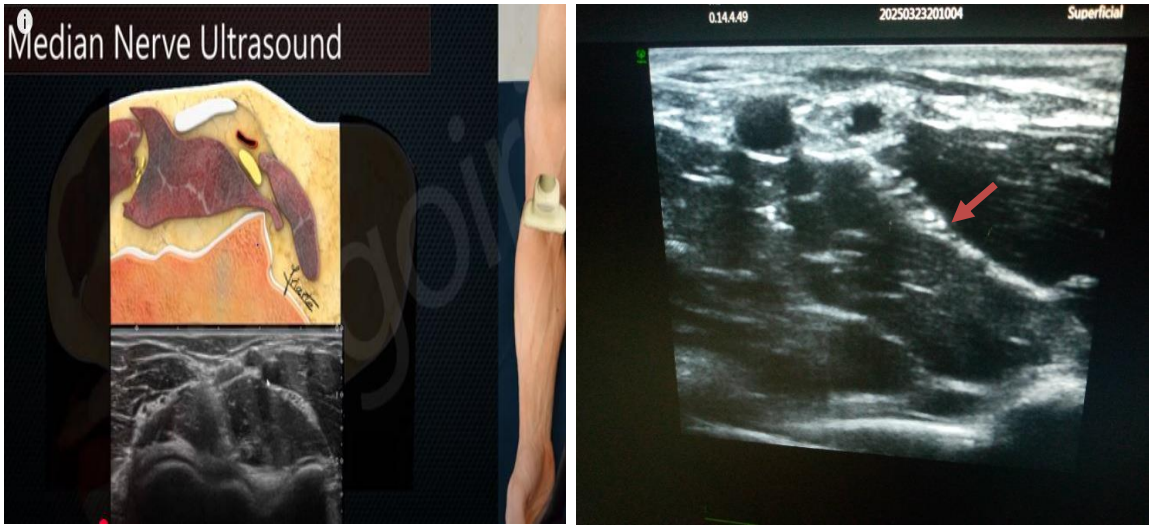
النوعية 98.1%≈ specificity

القيمة التنبؤية الإيجابية 85.7% ≈ PPV

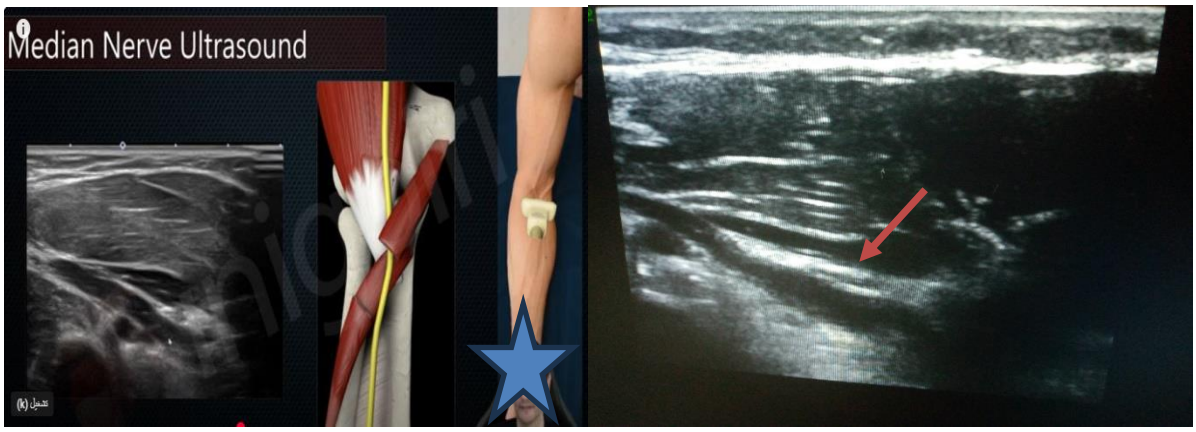
القيمة التنبؤية السلبية 90.35% ≈ NPV

الدقة Accuracy ≈ 89.84%

عند استخدام اختبار McNemar’s Test للمقارنة بين التصوير بالأمواج فوق الصوتية و دراسة النقل العصبي وجدنا P≈0.0225 و بالتالي لا يوجد فرق هام إحصائياً في قدرة الاختبارين على كشف وجود تفاغر مارتن غروبر حيث تعتبر دراسة النقل العصبي أكثر كفاءة في كشف وجود العصب.



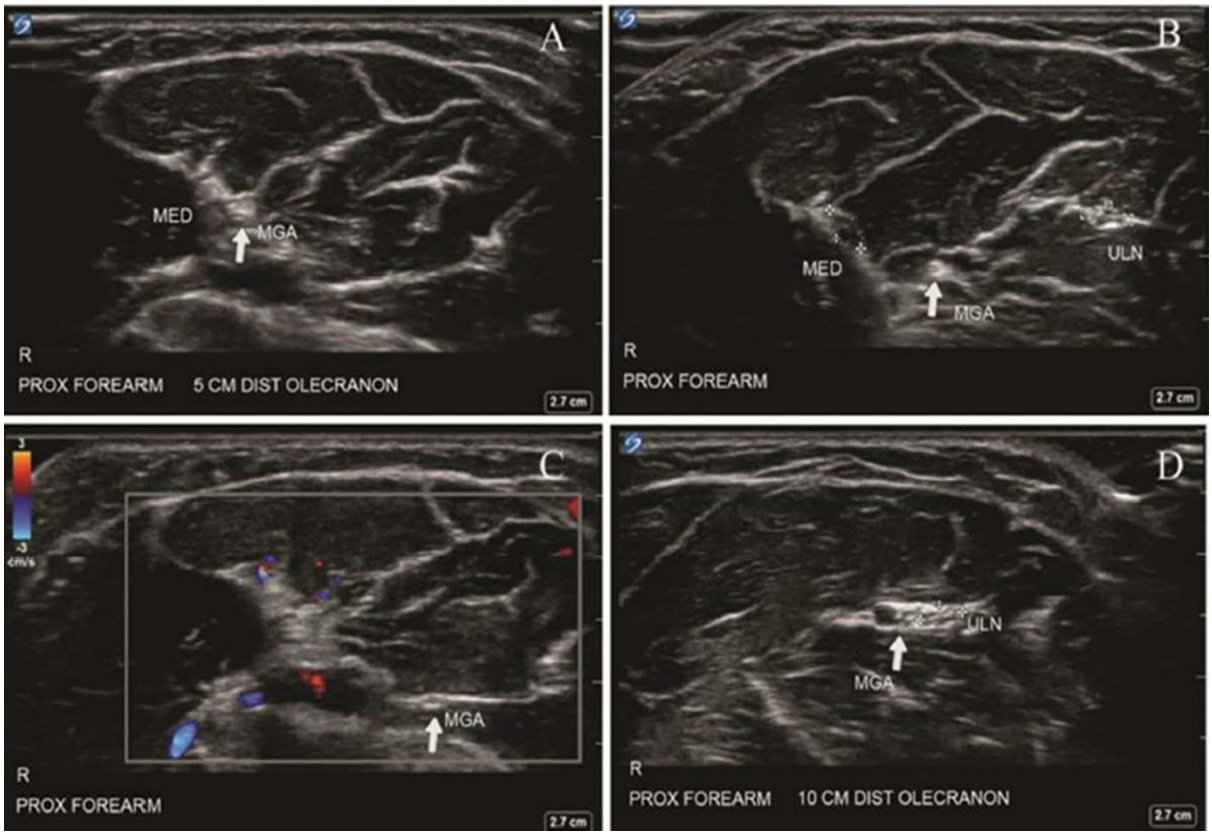
صورة41: التصوير بالأمواج فوق الصوتية يشير السهم إلى العصب الناصف في مستوى المرفق.



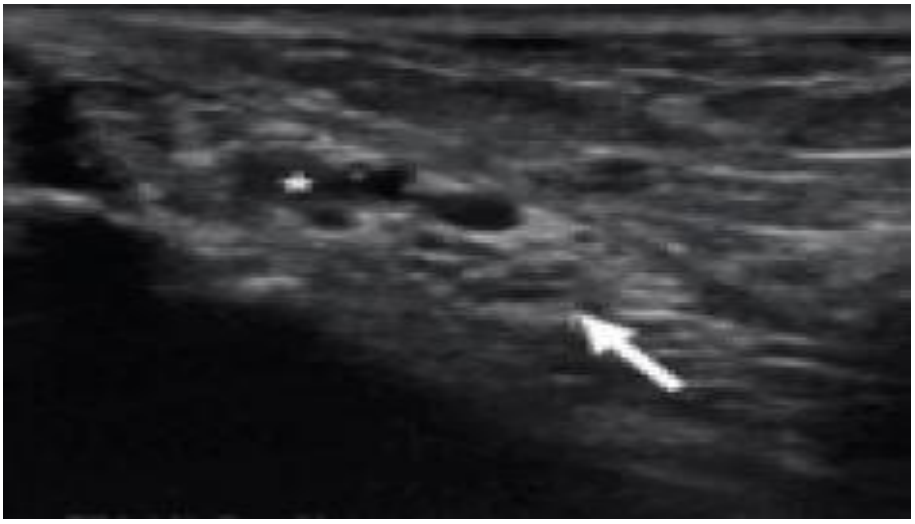
صورة42: التصوير بالأمواج فوق الصوتية للعصب الناصف في الجزء الداني من الساعد حيث يشير السهم للعصب الناصف أثناء عبوره بين وتري العضلة المدورة الكابة.



صورة43: التصوير بالأمواج فوق الصوتية مقطع مستعرض للعصب الناصف في منتصف الساعد



صورة44: تفاغر مارتن غروبر A : على بعد 5 سم من الناتئ الزجي B و C : في الجزء الداني من الساعد D : على بعد 10 سم من الناتئ.



صورة45: العصب الشظوي العميق اللاحق منظر قرص العسل خلف الكعب الوحشي.

المناقشة:

وجدنا أن ال BMI أعلى لدى مجموعة المرضى مقارنة بمجموعة الشاهد، و هذا يتماشى مع الفيزيولوجيا المرضية لمتلازمة نفق الرسغ، حيث تعتبر البدانة من عوامل الخطورة للإصابة بمتلازمة نفق الرسغ[27].

ناقشت العديد من الدراسات نسب انتشار تفاغر مارتن غروبر لدى الأصحاء، حيث تراوحت هذه النسب بين 3.3% و 57%[4,40,41,52_58] جدول15. يمكن تفسير سبب تفاوت نسب انتشار تفاغر مارتن غروبر بين الدراسات السابقة، باختلاف المعايير الفيزيولوجية الكهربائية المطبقة في هذه الدراسات، و المستخدمة في كشف التفاغر. ففي الدراسات التي اتبعت معيار مجرد اكتشاف أي زيادة في سعة كمونات العمل العضلية المركبة CMAP بغض النظر عن قيمة الزيادة و المسجلة من عضلات الرانفة أو العضلة بين العظمية الظهرية الأولى عند تنبيه العصب الناصف في المرفق مقارنة مع تنبيهه في الرسغ، بلغت نسب الانتشار %57[56] و 54% [58]، أما في الدراسات التي حددت مقدار الارتفاع ب 1mv على الأقل في سعة كمونات العمل العضلية المركبة، كشرط لإثبات وجود تفاغر مارتن غروبر فقد انخفضت نسبة كشف التفاغر إلى %27[40].

أما في دراستنا و التي حددنا فيها مقدار الزيادة في سعة كمونات العمل العضلية المركبة CMAP ب 20% على الأقل كمعيار لتشخيص تفاغر مارتن غروبر، فقد بلغت نسبة انتشار التفاغر لدى الأصحاء(مجموعة الشاهد) 22%، و بلغت النسبة الإجمالية 22.6% من مجموع المشاركين، و هذا يتفق مع الدراسات التي اعتمدت نفس المعيار[34] حيث بلغت النسبة حوالي 20%.

في جميع الدراسات السابقة تم استبعاد المرضى الذين لديهم اعتلالات عصبية Neuropathies بما فيهم مرضى متلازمة نفق الرسغ، و بالتالي فإن الدراسات التي ناقشت تفاغر مارتن غروبر لدى مرضى متلازمة نفق الرسغ قليلة[59_62]، حيث لم تُشر أي من هذه الدراسات إلى نسب انتشار تفاغر مارتن غروبر لدى مرضى متلازمة نفق الرسغ، إنما ركزت على تحديد أنماط تفاغر مارتن غروبر و مقارنة شيوعها بين الأصحاء و مرضى متلازمة نفق الرسغ.

جدول15: مقارنة نسب انتشار تفاغر مارتن غروبر لدى الأصحاء بين عدد من الدراسات.

Year	Authors	Study	Cases/Subjects	MN to UN communication%
1966	Mannerfelt(52)	Electrophysiological	41	15
1976	Kimura et al(53)	Electrophysiological	328	17
1987	Kayamori(54)	Electrophysiological	600	14
1999	Budak and Gonenc(55)	Electrophysiological	108	17.5
2000	Hefny et al.(41)	Electrophysiological	140	20
2001	Simonetti(56)	Electrophysiological	42	57
2002	Erdem et al.(40)	Electrophysiological	100	27
2003	Sarikcioglu et al(57)	Anatomical electrophysiological	30 60	6.6 3.3
2003	Amoiridis and Vlachonikolis(58)	Electrophysiological	50	54
2005	Lee et al.(4)	Anatomical electrophysiological	102 224	39.2 23.2
----	----------	----------	----------	----------
2012	Al-Rifai Maan(72)	electrophysiological	81	23.5

حيث وجدنا في دراستنا أن النمط3 من تفاغر مارتن غروبر هو الأشيع في مجموعة المرضى المصابين بمتلازمة نفق الرسغ، بينما النمط2 هو الأشيع في مجموعة الأصحاء، و هذا يتوافق مع معظم الدراسات [4,40,41,52_58] بينما تختلف نتائجنا مع دراسة Stefano و زملائه (Di Stefano V et al.,2021) التي أجريت في إيطاليا، و شملت 36 مريضاً مشخصاً بمتلازمة نفق الرسغ أحادي أو ثنائي الجانب، حيث قاموا بتسجيل نتائج تخطيط الأعصاب من 54 ذراعاً، فوجدوا أن النمط2 من تفاغر مارتن غروبر هو النمط الأشيع لدى مرضى متلازمة نفق الرسغ، في حين وجد Ertekin في دراسته (Ertekin 2023) التي أُجريت في تركيا و التي قارنت نتائج تخطيط الأعصاب بين مرضى متلازمة نفق الرسغ و أصحاء، فوجدت أن كلاً من النمط1 و النمط2 من تفاغر مارتن غروبر هما الأشيع لدى مرضى متلازمة نفق الرسغ.

و يمكن تفسير هذا الإختلاف في النتائج إلى البروتوكول التقليدي المتبع في معظم الدراسات عبر دراسة العصب الناصف من خلال تسجيل استجابة عضلات الرانفة، و كما هو معروف فإن النمط3 من تفاغر مارتن غروبر تقوم ألياف التفاغر فيه بتعصيب عضلات الرانفة، و بالتالي و أثناء الدراسة الكهربائية للعصب الناصف في إطار تقييم مرضى متلازمة نفق الرسغ و التي تجرى روتينياً من خلال تسجيل استجابة العضلة مبعدة الإبهام القصيرة يتم كشف تفاغر مارتن غروبر.

كما وجدنا في دراستنا لدى مقارنة نتائج الدراسة الكهربائية الفيزيولوجية للعصب الناصف لدى مرضى متلازمة نفق الرسغ مع و بدون تفاغر مارتن غروبر وجود قصر في زمن الاستتار الداني proximal latency، مع تطاول في زمن الاستتار القاصي Distal latency، و زيادة في سرعة النقل عبر العصب الناصف، و هذا يتوافق مع دراسة Stefano (Di Stefano V et al.,2021)، بينما تختلف مع دراسة Mohamed و زملائة (Mohamed, H.E et al ., 2022) التي أجروها في مصر و قارنوا فيها بين مرضى متلازمة نفق رسغ و مرضى أصحاء، حيث لم يجد القائمون على الدراسة وجود اختلاف هام إحصائياً بين مرضى متلازمة نفق الرسغ مع أو بدون تفاغر مارتن غروبر من حيث زمن الاستتار الداني أو سرعة النقل عبر العصب الناصف، و يمكن تفسير هذا الاختلاف في صغر حجم العينة النسبي لديهم، و بالتالي قلة عدد المرضى الذين

لديهم تفاغر مارتن غروبر من النمط3، حيث يعتبر القصر النسبي في زمن الاستتار الداني و زيادة سرعة النقل عبر العصب الناصف من العلامات الأساسية لهذا النمط.

لم نجد في دراستنا علاقة بين وجود تفاغر مارتن غروبر و شدة أعراض متلازمة نفق الرسغ، و هذا يتوافق مع معظم الأبحاث[59,60] كما وجدنا أن نسبة تواجد تفاغر مارتن غروبر متساوية تقريباً بين الطرفين الأيمن و الأيسر، و هذا يتوافق مع معظم الدراسات [4,40,41,52_58]

بلغت نسبة انتشار العصب الشظوي العميق اللاحق في دراستنا، و التي شملت عينة من المرضى السوريين المراجعين لأقسام تخطيط الأعصاب من أجل تقييم إصابتهم بمتلازمة نفق الرسغ، و كذلك عينة الشاهد من الأصحاء حوالي 17.3% من مجموع عينة الدراسة، و هذه النسبة تتماشى مع العديد من الدراسات الفيزيولوجية الكهربائية التي درست نسبة انتشار العصب الشظوي العميق اللاحق حيث بلغت هذه النسبة في مصر حوالي 17%[48].

و على الرغم من أن العديد من الدراسات قد ناقشت نسب انتشار العصب الشظوي العميق اللاحق، إلا أن هذه الدراسات كانت متفاوتة في نتائجها حيث تراوحت النسب بين 12% حتى 28%[63_68] جدول16.

جدول16: مقارنة نسب انتشار العصب الشظوي العميق اللاحق بين عدد من الدراسات.

Type of study	Authors	Subjects	% ADPN prevalence
Anatomical	Bryce(63)	55	14.5
Electrophysiological	Lamber(65)	50	28
Electrophysiological	Mapelli(67)	52	25
Electrophysiological	Rayegani(68)	230	12
Electrophysiological	Saba,EK(48)	100	17

يمكن تفسير التفاوت في نسب الانتشار بنوع الدراسة تشريحية، أو فيزيولوجية كهربائية، و كذلك بالتقنية المتبعة، و المعايير المستخدمة لكشف وجود العصب، حيث تميل هذه النسب لتكون أعلى في الدراسات التشريحية لتصل لحوالي 36.8%[63]

بينما النسب كانت أقل في الدراسات الفيزيولوجية الكهربائية حيث تراوحت بين 12% و 28% [65,68]

يمكن تفسير هذا الارتفاع في نسب كشف وجود العصب عبر الدراسات التشريحية، مقارنة مع الدراسات الفيزيولوجية الكهربائية، إلى أن الدراسات الفيزيولوجية الكهربائية تعتمد في كشفها للعصب على استجابة العضلة الباسطة للأصابع القصيرة، و بالتالي في حال أعطى العصب فروعاً حسيةً، و لم يعطي فرعاً حركياً للعضلة الباسطة للأصابع القصيرة، فإن الدراسة الفيزيولوجية الكهربائية لن تتمكن حينها من كشف وجود العصب بينما تتمكن الدراسات التشريحية من كشف جميع الفروع.

و حتى ضمن الدراسات التشريحية يوجد تفاوت في النتائج، حيث بلغت النسب الأعلى للانتشار في الدراسات التي اعتبرت أن أي امتداد من العصب الشظوي السطحي في جزئه الداني هو عصب شظوي عميق لاحق كالدراسة التي أجريت في اليابان[59] حيث بلغت فيها نسبة الانتشار 100%، بينما اعتبرت معظم الدراسات الأخرى أن مصطلح العصب الشظوي العميق اللاحق يطلق فقط على العصب الممتد دانياً و قاصياً أما العصب الممتد في الجزء الداني فقط فاعتبرته فرعا عضلياً من العصب الشظوي السطحي[63,64].

أما في الدراسات الفيزيولوجية الكهربائية فيعود التفاوت في نسب انتشار العصب الشظوي العميق اللاحق، إلى اختلاف معايير تشخيص وجود العصب، فالدراسات التي اكتفت لتشخيص وجود العصب بمجرد أن تنبيه العصب الشظوي الأصلي في منطقة رأس الشظية يؤدي إلى تحريض كمونات عمل عضلية سعتها أعلى من الكمونات المسجلة عند تحريض العصب في منطقة الكاحل، أعطت نسب انتشار أعلى[68] بالمقارنة مع الدراسات التي أضافت إلى ما سبق اختبار التأكد من وجود العصب من خلال تحريضه خلف الكعب الوحشي[69].

لم نجد في دراستنا أي مشارك لديه عصب شظوي عميق لاحق ثنائي الجانب، كما أننا لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً بين توزع وجود العصب بين الطرف الأيمن و الأيسر و هذا يتناسب مع نتائج معظم الدراسات [63,70,71].

وجدنا في دراستنا أن المشاركين الذين كان لديهم العصب الشظوي العميق اللاحق موجوداً، كان التعصيب لديهم جزئياً للعضلة باسطة الأصابع القصيرة في جميع الحالات، و هذا يتناسب مع معظم الدراسات التي أكدت أن وجود تعصيب كلي للعضلة باسطة الأصابع القصيرة عبر العصب الشظوي العميق اللاحق نادر جدا[69].

لم نجد في دراستنا علاقة بين وجود العصب الشظوي العميق اللاحق و الإصابة بمتلازمة نفق الرسغ، و كذلك لم نجد علاقة مع شدة الإصابة، و بالتالي فإن وجود هذا التباين التشريحي لم يظهر له تأثير على أعصاب الطرف العلوي بما فيها العصب الناصف الذي ينضغط في إطار متلازمة نفق الرسغ.

وجدنا أن العصب الشظوي العميق اللاحق كان أشيع لدى المشاركين الذين لديهم تفاغر مارتن غروبر و بنفس الجهة مقارنة مع المشاركين ممن لم يكن التفاغر موجود لديهم و هذا يقترح وجود أهبة لوجود تباينات تشريحية في أكثر من مكان ند نفس الشخص مما يقترح وجود أساس جيني لوجود هذه التباينات

وجدنا في دراستنا أن نتائج التصوير بالأمواج فوق الصوتية كانت مقاربة لنتائج دراسة النقل العصبي مع نوعبة عالية وصلت إلى حوالي 100% لكن حساسية متوسطة حيث وجدنا العديد من السلبيات الكاذبة.

التوصيات:

- يجب على كل طبيب أو ممارس صحي يتطلب اختصاصه معرفة دقيقة بالتشريح العصبي كأطباء الجراحة، و التخدير، و أطباء العصبية، و أخصائيي الاستقصاءات الفيزيولوجية الكهربائية، أن يكونوا على دراية بوجود العصب الشظوي العميق اللاحق و تفاغر مارتن غروبر و أشيع أنماطه و تظاهراته السريرية و الفيزيولوجية الكهربائية، و خصوصاً عند ترافقه مع أذيات عصبية.
- ينصح بإجراء دراسة فيزيولوجية كهربائية للعصب الشظوي قبل إجراء خزعة العصب الربلي، بسبب قربه الشديد من العصب الشظوي العميق اللاحق حيث يمتد على طول وتر آشيل خلف الكعب الوحشي.
- يمكن استخدام التصوير بالأمواج فوق الصوتية كاختبار مسح في حال الشك بوجود تفاغر مارتن غروبر، أو العصب الشظوي العميق فإيجابيته تؤكد التشخيص أما سلبيته فلا تنفيها.
- إجراء دراسة أوسع تشمل عدة مراكز و أعداد أكبر من المرضى من أجل تحديد أدق لنسب الانتشار.
- إجراء دراسة بالتصوير بالأمواج فوق الصوتية باستخدام أجهزة بتواترات أكبر و تباين أعلى.
- اجراء دراسة تشريحية على الجثث إن أمكن لتحديد أدق لتشريح التباينات العصبية.
- جعل التدريب على تصوير الأعصاب بالإيكو جزءاً من تدريب أطباء الأشعة، و أطباء الأعصاب، و توفير المعدات اللازمة لجعل هذا الاختبار فحصاً روتينياً.

نقاط القوة:

1. درس هذا البحث نسب انتشار اثنين من أشيع التنوعات التشريحية في الأعصاب المحيطية و هي تفاغر مارتن غروبر و العصب الشظوي العميق اللاحق معاً.
2. اعتمد البحث على وسيلتين في كشف هذه التنوعات التشريحية واحدة فيزيولوجية و الأخرى تشريحية.
3. تمت دراسة هذه التنوعات التشريحية ليس فقط لدى الأصحاء بل لدى مرضى متلازمة نفق الرسغ أيضاً.
4. استخدام وسيلة حديثة نسبياً و هي التصوير بالأمواج فوق الصوتية عالية التباين في كشف التنوعات التشريحية العصبية.

نقاط الضعف:

1. عدم التمكن من التأكد من نسب الانتشار من خلال فحص عينة بتشريح الجثث، أو أثناء التداخلات الجراحية على الأطراف.
2. ضعف الإمكانيات المتوفرة من ناحية الحاجة إلى استخدام أجهزة تصوير بالأمواج فوق الصوتية ذات تواترات أعلى من المستخدمة في هذا البحث و التي تعطي تباينات أعلى.
3. عدم جمع بيانات من مراكز تابعة لمناطق جغرافية أخرى تغطي الأراضي السورية، و ذلك من أجل الحصول على نسب انتشار أكثر دقة تحاكي المجتمع السوري.

قائمة المراجع

References :

1.Gutmann, L., *Important anomalous innervations of the extremeties.* Muscle Nerve, 1993. **16**: p. .339-347

2.Sinanović, O. and S. Zukić, *Neurophysiological and clinical aspects of nerve communications of the upper and lower extremities.* Rad Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. .Medicinske znanosti, 2020(544= 52-53): p. 88-97

3.Surgeons, A.A.o.O., *American Academy of Orthopaedic Surgeons clinical guideline on prevention of pulmonary embolism in patients undergoing total hip or knee arthroplasty.* .www. aaos. org/Research/guidelines/PE_guideline. pdf, 2007//:http

4.Lee, K.S., et al., *An anatomic study of the Martin–Gruber anastomosis: electrodiagnostic implications.* Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of .Electrodiagnostic Medicine, 2005. **31**(1): p. 95-97

5.Nulle, K. and A. Jaudzema, *Ultrasonographic evaluation of the median nerve: normal and .variant anatomy and appearance.* Journal of Ultrasonography, 2021. **21**(87): p. e318

6.Martin-Gruber anastomosis. Muscle Gans, P. and N. Van Alfen, *Nerve ultrasound showing* .& nerve, 2017. **56**(5): p. E46-E47

7.Felippe, M.M., et al., *Anastomosis between median nerve and ulnar nerve in the forearm.* .Journal of Morphological Sciences, 2012. **29**: p. 23-26

8.Soubeyrand, M., et al., *Anatomy of the median nerve and its clinical applications.* Hand .Surgery and Rehabilitation, 2020. **39**(1): p. 2-18

9.Gray, H., *Gray's anatomy for students*. 3rd ed. Medical students of Damascus University, .Trans. 2018 Original work published 2015, Damascus,Syria: Al-Quds House for Science

10Garg, K., *BD Chaurasia's Human Anatomy: Regional and Applied, Dissection and Clinical*. .2010: CBS publishers & distributors

11.Singh, V., *Textbook of Anatomy: Upper Limb and Thorax, Vol 1, 3rd Updated Edition, .eBook*. 2020: Elsevier Health Sciences

12.Preston, D.C. and B.E. Shapiro, *Electromyography and neuromuscular disorders e-book: clinical-electrophysiologic correlations (Expert Consult-Online)*. 2012: Elsevier Health .Sciences

13.Goldstain,L. B., & Amarenco,P.(2025).Nerve Conduction Studies and Electromyography.In statPeals. StatPearls Publishing. Retrieved from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books.

14. Tavee J. Nerve conduction studies: Basic concepts. Handb clin Nuro.2019;160:217-224.

15. Kane NM, Oware A. Nerve conduction and electromyography studies. J Neurol. 2012 Jul;259(7):1502-8.

16. Amato A, Russell J . Neuromuscular disorders. McGraw-Hill Profesional;1 edition,2008.

17. Rossital, Chichkova. EMG and nerve conduction studies in clinical practice. Practice Neurology 2010.

18. Raynor,E. M., Ross, M. H., Shefner, J. M., & Preston, D. C. (1995). Differentiation between axonal and demyelinating neuropathies; identical and distal muscles. Muscle & nerve,18(4), 402-408.

19. Van den Bergh, P. Y., & Pieret,F.(2004). Electrodiagnostic criteria for acute and chronic inflammatory demyelinating polyradiculopathy. Muscle & nrve,29(4),565-574.

20.Al-Hamad, Z.M., *Principles of electrical processing and electro neuromuscular tests*. .Selected research in physical therapy. 2001: Al-Aqsa Publishing

21.Guyton, A.C., *Guyton and Hall textbook of medical physiology.* 2011

22.Carroll, A.S. and N.G. Simon, *Current and future applications of ultrasound imaging in .peripheral nerve disorders.* World Journal of Radiology, 2020. **12**(6): p. 101
23.Seok, J.I., *A beginner's guide to peripheral nerve ultrasound.* Annals of Clinical .Neurophysiology, 2022. **24**(2): p. 46-52
24.Padua, L. and D. Coraci, *Ultrasound Evaluation of Peripheral Nerves: Evidence, Clinical Application, and Recent Developments.* Acquired Neuromuscular Disorders: Pathogenesis, .Diagnosis and Treatment, 2022: p. 63-81
25.World neurosurgery, .Ali, Z.S., et al., *Ultrasonographic evaluation of peripheral nerves* .2016. **85**: p. 333-339
26.Nwawka, O.K., S. Lee, and T.T. Miller, *Sonographic evaluation of superficial peroneal .nerve abnormalities.* American Journal of Roentgenology, 2018. **211**(4): p. 872-879
27.Clinical manifestations and diagnosis. UpTodate :Kothari, M.J., *Carpal tunnel syndrome* .[Online].[cited 2015 Sep 15], 2020
28.DC, P., *Median neuropathy at the wrist.* Electromyography and neuromuscular disorders, .2005: p. 255-279
29.Bland, J. and S. Rudolfer, *Clinical surveillance of carpal tunnel syndrome in two areas of the United Kingdom, 1991–2001.* Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 2003. .**74**(12): p. 1674-1679
30.Kleggetveit, I.P. and E. Jørum, *Diagnosis of carpal tunnel syndrome.* Scandinavian Journal .p. 333-337 :(of Pain, 2018. **18**(3
31.Muller, M., et al., *Effectiveness of hand therapy interventions in primary management of carpal tunnel syndrome: a systematic review.* Journal of Hand Therapy, 2004. **17**(2): p. 210- .228
32Jablecki, C., et al., *Practice parameter: electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome [RETIRED] report of the American association of electrodiagnostic medicine, American academy of neurology, and the American academy of physical medicine and rehabilitation.* .2Neurology, 2002. **58**(11): p. 1589-159
33.Kaplan, S., S. Glickel, and R. Eaton, *Predictive factors in the non-surgical treatment of carpal tunnel syndrome.* The Journal of Hand Surgery: British & European Volume, 1990. .**15**(1): p. 106-108
34.Rempel, D., et al., *Consensus criteria for the classification of carpal tunnel syndrome in .epidemiologic studies.* American journal of public health, 1998. **88**(10): p. 1447-1451
35.Katz, J.N., et al., *The carpal tunnel syndrome: diagnostic utility of the history and physical* .of Internal Medicine, 1990. **112**(5): p. 321-327 *examination findings.* Annals
36.D'Arcy, C.A. and S. McGee, *Does this patient have carpal tunnel syndrome?* Jama, 2000. .**283**(23): p. 3110-3117
37.MacDermid, J.C. and J. Wessel, *Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: a systematic .review.* Journal of hand therapy, 2004. **17**(2): p. 309-319
38.Sonck, W., M. Francx, and H. Engels, *Innervation anomalies in upper and lower extremities: potential clinical implications. How to identify with electrophysiologic* .and clinical neurophysiology, 1991. **31**(2): p. 67-80 *techniques.* Electromyography
39.Felippe, M., et al., *Anastomosis between median nerve and ulnar nerve in the forearm.* .Braz. j. morphol. sci, 2012: p. 23-26
40.Erdem, H.R., et al., *Electrophysiological evaluation of the incidence of Martin-Gruber .anastomosis in healthy subjects.* Yonsei Medical Journal, 2002. **43**(3): p. 291-295
41.Hefny, M., et al., *Electrophysiological evaluation and clinical implication of Martin-Gruber anastomosis in healthy subjects.* The Journal of Hand Surgery (Asian-Pacific Volume), 2020. .**25**(01): p. 87-94
42.Kazakos, K.J., et al., *Anastomosis between the median and ulnar nerve in the forearm. An .anatomic study and literature review.* Acta Orthop Belg, 2005. **71**(1): p. 29-35

43.V. Baca, *Contribution to the anatomical nomenclature* Kachlik, D., V. Musil, and .*concerning upper limb anatomy.* Surgical and Radiologic Anatomy, 2017. **39**(4): p. 405-417
44.Caetano, E.B., et al., *Intramuscular martin-gruber anastomosis.* Acta Ortopédica .7Brasileira, 2016. **24**: p. 94-9
45.Preston, D.C. and B.E. Shapiro, *Electromyography and Neuromuscular Disorders: Clinical– .Electrophysiologic*. 2013, Elsevier Inc. China
46.Robinson, L.R., *Electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome.* Physical medicine and .rehabilitation clinics of North America, 2007. **18**(4): p. 733-746
47.Graham, B., *The value added by electrodiagnostic testing in the diagnosis of carpal tunnel .syndrome.* JBJS, 2008. **90**(12): p. 2587-2593
48.a sample of Saba, E.K., *Electrophysiological study of accessory deep peroneal nerve in .Egyptian subjects.* Egyptian Rheumatology and Rehabilitation, 2019. **46**(4): p. 251-256
49Tzika, M., G. Paraskevas, and P. Kitsoulis, *The accessory deep peroneal nerve: a review of .the literature.* The Foot, 2012. **22**(3): p. 232-234
50Gutmann, L., *Atypical deep peroneal neuropathy: In presence of accessory deep peroneal .nerve.* Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 1970. **33**(4): p. 453-456
51.Dessi, F., G. Durand, and J.-J. Hoffmann, *The accessory deep peroneal nerve: a pitfall for the electromyographer.* Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 1992. **55**(3): p. .214-215
52.Mannerfelt, L., *Studies on the hand in ulnar nerve paralysis: a clinical-experimental investigation in normal and anomalous innervation.* Acta Orthopaedica Scandinavica, 1966. .**37**(sup87): p. 3-176
53.Kimura, J., M.J. Murphy, and D.J. Varda, *Electrophysiological study of anomalous .innervation of intrinsic hand muscles.* Archives of Neurology, 1976. **33**(12): p. 842-844
54.Martin-Gruber anastomosis. Nihon Seikeigeka Gakkai Kayamori, R., *Electrodiagnosis in* .Zasshi, 1987. **61**(12): p. 1367-1372
55.Amoiridis, G., *Median–ulnar nerve communications and anomalous innervation of the intrinsic hand muscles: an electrophysiological study.* Muscle & Nerve: Official Journal of the .American Association of Electrodiagnostic Medicine, 1992. **15**(5): p. 576-579
56.Budak, F. and Z. Gönenç, *Innervation anomalies in upper and lower extremities (an* p. :(4)39 .9*electrophysiological study).* Electromyography and clinical neurophysiology, 199 .231-234
57.Simonetti, S., *Electrophysiological study of forearm sensory fiber crossover in Martin-Gruber anastomosis.* Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, 2001. **24**(3): p. 380-386
58.Sarikcioglu1abdef, L., et al., *Median and ulnar nerve communication in the forearm: an .anatomical and electrophysiological study.* Signature, 2003. **9**(9): p. 356
59.Di Stefano, V., et al., *Median-to-ulnar nerve communication in carpal tunnel syndrome: an .electrophysiological study.* Neurology International, 2021. **13**(3): p. 304-314
60.Mohamed, H.E.-S., et al., *Analysis of the frequency of Martin–Gruber anastomosis in patients with carpal tunnel syndrome.* Egyptian Rheumatology and Rehabilitation, 2022. .p. 57 :(**49**(1
61.Ertekin, A., *An assessment of Martin-Gruber anastomosis discrepancies between healthy individuals and patients with carpal tunnel syndrome in motor nerve conduction studies.* .Current Journal of Neurology, 2023. **22**(3): p. 179
62.G. Fenichel, *Normal median nerve proximal latency in carpal tunnel* Iyer, V. and *syndrome: a clue to coexisting Martin-Gruber anastomosis.* Journal of Neurology, .Neurosurgery & Psychiatry, 1976. **39**(5): p. 449-452
63.of the AnatomicalSociety of Great TH, B., *Deep accessory peroneal nerve.* Proceedings .Britain and Ireland. Journal of Anatomy(London), 1900

64.Winckler, G., *Le nerf péronier accessoire profond. Etude d'anatomie comparée.* Arch Anat .Histol Embryol, 1934. **18**: p. 181-220
65.Lambert, E.H., *The accessory deep peroneal nerve: a common variation in innervation of .extensor digitorum brevis.* Neurology, 1969. **19**(12): p. 1169-1169
66.KUDOH, H., T. SAKAI, and M. HORIGUCHI, *The consistent presence of the human* .p. 101-108 :(1)194 .1999 ,*accessory deep peroneal nerve.* The Journal of Anatomy
67.Mapelli, G., et al., *The accessory deep peroneal nerve.* Acta neurologica, 1978. **33**(4): p. . .349-354
68.Rayegani, S.M., et al., *Prevalence of accessory deep peroneal nerve in referred patients to* . *clinic.* Journal of Brachial Plexus and Peripheral Nerve Injury, *an electrodiagnostic medicine* .2011. **6**(01): p. e6-e10
69.Murad, H., P. Neal, and B. Katirji, *Total innervation of the extensor digitorum brevis by the* .p. 371-373 :(3)6 .*accessory deep peroneal nerve.* European Journal of Neurology, 1999
70.Tomaszewski, K.A., et al., *Prevalence of the accessory deep peroneal nerve: a cadaveric .study and meta-analysis.* Clinical neurology and neurosurgery, 2016. **144**: p. 105-111
71.Owsiak, S., A. Kostera-Pruszczyk, and K. Rowińska-Marcińska, *Accessory deep peroneal nerve-a clinically significant anomaly?* Neurologia i neurochirurgia polska, 2008. **42**(2): p. .112-115
72.Maan, A.-R., *Rate prevalence of Martin-Gruber anastomosis on motor nerve conduction*

department in Al Mouwasat Hospital, in *Physiology*. **-***study, among referred patients to EMG*

Damascus, Syria

Abstract

Background: Martin-Gruber anastomosis and the accessory deep peroneal nerve are common anatomical variations in peripheral nerves. Failure to recognize these anatomic variations, especially when associated with common diseases such as carpal tunnel syndrome, can lead to diagnostic and therapeutic complications.

Objective: This study aimed to determine the prevalence of Martin-Gruber anastomosis and the accessory deep peroneal nerve and to investigate the association between these anatomical variations and carpal tunnel syndrome.

Materials and Methods: The study included 100 patients with carpal tunnel syndrome and 50 healthy controls. All participants underwent nerve conduction studies and ultrasonography of the upper and lower extremities.

Results: The results of the nerve conduction study showed no statistically significant difference in the prevalence of Martin-Gruber anastomosis and posterior deep peroneal nerve involvement between the patient group (23% and 17.9%, respectively) and the control group (22% and 18%, respectively). Similarly, we found no difference in the prevalence rates on ultrasound (16.6% and 11.5%, respectively) and 16% and10% respectively.

Conclusion: There is no association between carpal tunnel syndrome and the presence of either anatomical variant.

Keywords: Carpal tunnel syndrome, Martin-Gruber anastomosis, posterior deep peroneal nerve, nerve conduction study, ultrasound imaging.

Syrian Arab Republic

Damascus University

Faculty Of Medicine

Department of Physiology and Pharmacology

Association of carpal tunnel syndrome with Martin–Gruber anastomosis and accessory deep peroneal nerve on nerve conduction study and ultrasound imaging

A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Ph.D in medical physiology

by

Hammam Yousef Ibrahem

Supervisor

Asst.Prof. Amal Ali Al Daher

Assistant Professor Faculty Of Medicine Damascus University

(2025–2026)