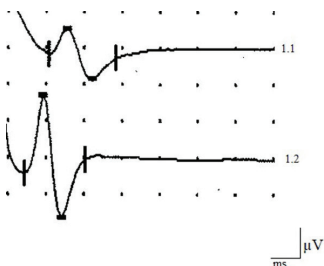


Фигура VIII.1. Сравнение на сензорната дистална латентност на NM и NU. 1.1 изследване на NM, антидромна стимулация, вижда се удължената дистална латентност при стимулация в китката, в сравнение с дисталната латентност на NU на същата ръка 1.2.

Използването на две сравнителни техники, които не дават противоречиви резултати (било то нормални или абнормни) намалява риска от фалшиво-отрицателен или фалшиво-положителен резултат. Следователно, две сравнителни техники биха били достатъчни, за да се потвърди диагнозата СКК. Когато изследванията не са категорични допълнителни изследвания и/или изчисляването на комбиниран обобщен индекс (combined summary index, CSI) могат да са от полза за поставянето на диагнозата (Robinson и съавт., 1998; Robinson и съавт., 2000). Когато сензорен отговор липсва, може да се използва изследването на моторната латентност на NM в сравнение с тази на NU. Когато сравнителните електромиографски изследвания са позитивни за СКК и само в същия крайник има симптоми, според American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine (AANEM) не се препоръчва извършване на ЕМГ на срещуположната ръка (AANEM, 2002). Ако симптомите са билатерални или по-разпространени, тогава изследването и на другата ръка е от полза (фиг. VIII.2).



Фигура VIII.2. Изследване на сетивните влакна на NM, антидромна стимулация в китката: 1.1 изследване на десния NM - вижда се удължената дистална латентност през КК и снижената амплитуда на ШАП; 1.2 изследване на NM в ляво с нормални параметри.

В случай, че първоначалните изследвания на симптоматичния крайник са нормални, то рядко са нужни допълнителни електромиографски изследвания. Извършването на ЕМГ на асимптомната ръка или на ръка с минимална симптоматика се базира на клиничната необходимост, но не е задължително за диагностицирането на СКК. В случай на предполагаемо системно засягане, например полиневропатия, е необходимо да се извършат по-разширени изследвания за поставяне на точната диагноза. Критерии от ЕМГ за диагностицирането на СКК, предложени от AANEM са приети и от American Academy of Orthopedic Surgeons (AAOS) в техните препоръки (Keith и съавт., 2010):

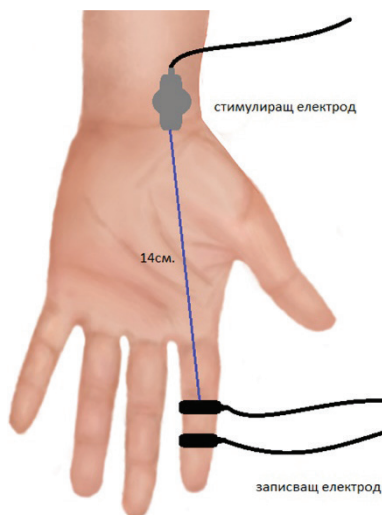
1. Стандартно изследване: Измерване на проводното време по сетивните влакна на NM през китката, а в случай на абнормни резултати - и на друг нерв в симптоматичния крайник.
2. Стандартно изследване: В случай, че резултатът от първоначалното изследване през китката е нормален, а разстоянието е над 8 см са необходими допълнителни изследвания:
 - А - Сравнение между провеждането по сетивните влакна на NM през китката на къса дистанция (7-8 см); или:
 - Б - Сравнение между провеждането по сетивните нервни влакна на NM през китката с провеждането по сетивните влакна на NU или NR през китката на същия крайник; или:
 - В - Сравнение между скоростта на провеждане по сетивните или смесени влакна на NM през КК със сензорни или смесени нервни влакна на проксимални (предмишница) или дистални сегменти (пръсти) на NM на същия крайник.
3. Препоръки: изследвания на провеждането по моторните влакна на NM записани от мускулите на тенара, както и от един от другите нерви на симптоматичния крайник трябва да включват измерване на дисталната латентност.
4. Допълнително изследване: ЕМГ на част от мускулите инервирани от C5-Th1 нервни коренчета, включително поне

един от мускулите на тенара, инервирани от NM на симптоматичния крайник.

5. Допълнително изследване: Сравнение между дисталната моторна латентност на NM (втори лумбрикален мускул) с дисталната моторна латентност на NU (mm. interossei).

Изследване на провеждането по сетивните влакна на NM

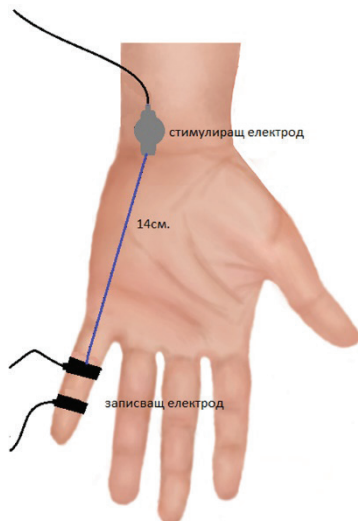
Най-често се използват антидромни методи за изследване, защото те имат предимството, че възпроизвеждат по-високо амплитудни сензорни нервни акционни потенциали (СНАП) в сравнение с ортодромната стимулация (Goddard и съвт., 1983). Обикновено сензорната дистална латентност се измерва при стимулация на 14 см от записващите електроди на пръстите (AANEM, 2002). (Фиг. VIII.3.)



Фигура VIII.3. Изследване на проводимостта по сетивните влакна на NM. Антидромна стимулация.

Сравняването на сензорната дистална латентност на NM с тази на NU може да подобри специфичността и чувствителността на изследването. Освен това чрез сравнението им се минимизира влиянието на фактори като температура, възраст, ръст и други специфични за пациента. (Фиг. VIII.1 и Фиг. VIII.4)

Амплитудата на СНАП не се приема като надежден параметър при диагностицирането на СКК, тъй като има значителна вариабилност. При липса на удължена дистална латентност, ниската амплитуда на СНАП има ограничена диагностична стойност, освен ако не бъде установена нормална амплитуда при стимулация на NM дистално от КК, предполагаща блок в провеждането на ниво КК. Удължена латентност от пръста до китката може да бъде резултат от фокални лезии дистално от КК, като например невропатия на пръст (AANEM, 2002).



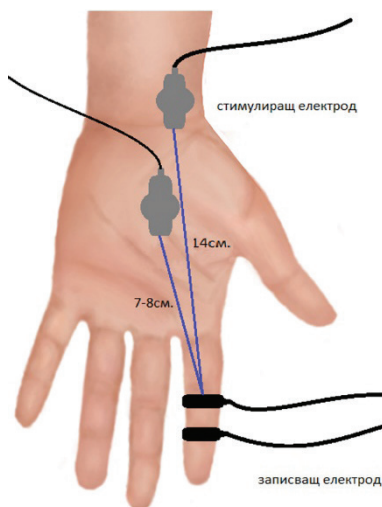
Фигура VIII.4. Изследване на проводимостта по сетивните влакна на NU, използва се за сравнение с проводимостта по NM. Антидромна стимулация.

Използването на дисталните сегменти на NM помага при разграничаването на СКК от периферна невропатия. При пациенти страдащи от СКК максималното забавяне е през китката, докато в случаи на периферна невропатия дисталният сегмент е по-тежко засегнат. Тази техника, също така, позволява да се разпознае евентуално наличие на блок в провеждането, както може да се наблюдава при остри случаи на СКК (Goddard и съавт., 1983). Детерминирането на точните критерии за блок в провеждането, чрез изследване на сетивните влакна е трудно. Повишение в амплитудата на СНАП на дланта от 50% или повече, в сравнение с амплитудата при стимулиране на китката се приема като индикатор за блок в провеждането (Ross и съавт., 1995; Stevens и съавт., 1997). Тази техника може да изясни значението на ниските амплитуди на СНАП получени при стимулация върху китката. В случай,

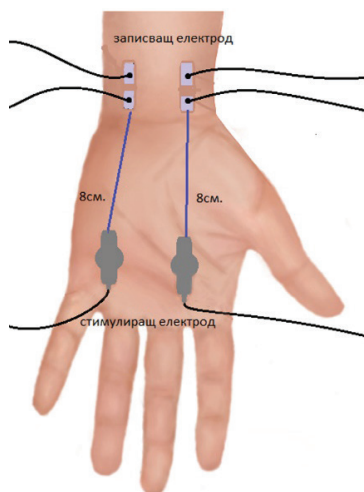
че и от двете стимулирани места се получават ниски амплитуди, то е възможно наличието на аксонална загуба. Блок в провеждането е по-вероятен в случай, че амплитудата на дисталния отговор е значително по-голяма от проксималната амплитуда на СНАП на китката. (фиг. VIII.5)

При ортодромна стимулация на дланта NM и NU се стимулират в средната област на дланта на 8 см дистално от записващите електроди на китката. Разликата между медиално-улнарната смесена нервна латентност от дланта до китката е известна като *palmdiff*. (Фиг. VIII.6)

Стимулацията на NM в областта на дланта провокира смесен нервен акционен потенциал на моторните влакна инервиращи втория лумбрикален мускул, както и аферентни сензорни импулси от втория дигитален нерв от показалеца и средния пръст. Въпреки това, акционните потенциали, записани в областта на китката, се дължат основно на сензорните влакна. Разлика по-голяма или равна на 0.3 или 0.4 ms се смята за абнормна от повечето автори. Един от недостатъците на тази техника е по-големият артефакт от стимула, който може да направи по-трудно получаването на добър отговор, особено от NU (Daube и съавт., 1993).



Фигура VIII.5. Изследване на проводимостта на сетивните влакна на NM през КК и сравнение с проводимостта дистално от КК. Антидромна стимулация.

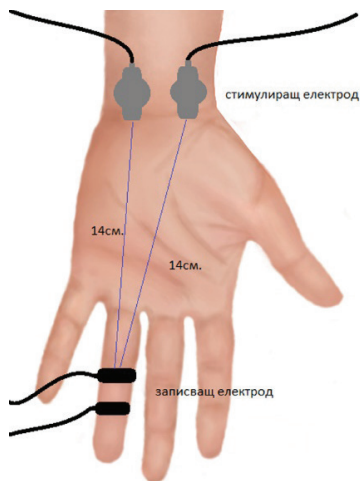


Фигура VIII.6. Изследване на проводимостта по сетивните нервни влакна на NM и NU, ортодромна стимулация. Сравнението на двата резултата е известно като *palmdiff*.

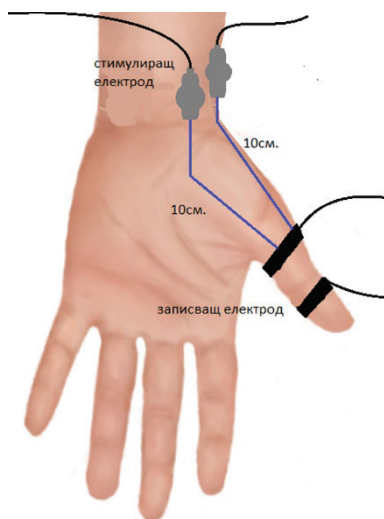
Разлика в медиално-улнарната сензорна латентност на безименния пръст (ringdiff) е антидромна техника за стимулация на NM и NU в областта на китката и регистриране на отговор от IV пръст, на 14 см от стимулиращия електрод, с използване на пръстеновидни електроди (Фиг. VIII.7).

Безименният пръст се инервира от NM и NU, поради това сравняването на двете латентности може да бъде добър метод за установяване на относително забавяне на провеждането по NM спрямо това по NU през китката. Разлика между латентностите, по-голяма от 0.4 или 0.5 ms се смята за значима. Влакната на NM, достигащи до IV пръст, са по-податливи на компресия поради разположението им във външния ръб на нерва под ретинакулума. Тъй като амплитудите получени от СНАП са малки, отговорът от NM може да липсва при по-тежки форми на СКК.

Разлика в медиално-радиалната латентност до палеца, известна като thumbdiff, се получава подобно на метода за ringdiff чрез пръстеновидни електроди, поставени на палеца. Използва се дистанция от 10 см между мястото на стимулация и това на записващите електроди. Позицията на палеца може да промени



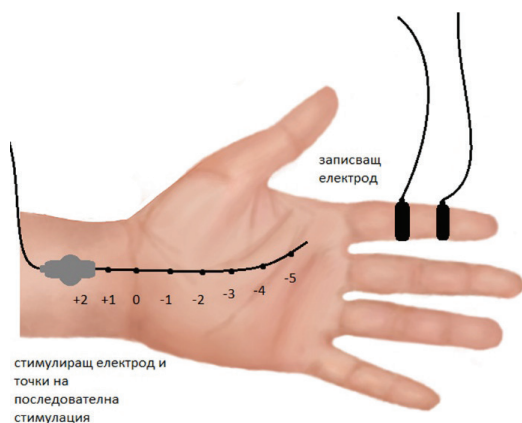
Фигура VIII.7. Изследване на проводимостта по сетивните влакна на NM и NU чрез антидромна стимулация. Разликата между двата резултата е известна като ringdiff.



Фигура VIII.8. Изследване на проводимостта по сетивните влакна на NM и NR при антидромна стимулация. Разликата между двата резултата е известна като thumbdiff.

измерването, затова той трябва да бъде изпънат. За абнормна граница на разликата на медиално-радиалната латентност, при антидромна стимулация на дистанция от 10 см се приемат стойности от и над 0.4-0.5 ms (Pease и съвт., 1989). NR се уврежда по-трудно, следователно,, това сравнение е полезно при пациенти с едновременно увреден NU. (Фиг. VIII.8).

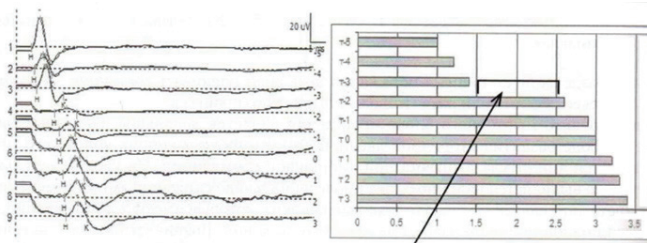
Стимулация на къси сензорни сегменти от NM през китката е много разпространен метод. При тази техника, позната като инчуване (inching), NM се стимулира в серия от сегменти на разстояние от по един сантиметър по дължината на КК като едновременно се прави антидромно записване от показалеца или средния пръст (Фиг. VIII.9).



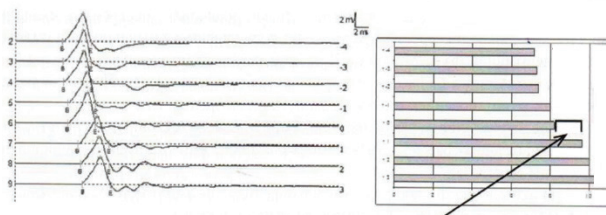
Фигура VIII.9. Изследване на проводимостта на сетивните влакна на NM през къси сегменти (inching). Антидромна стимулация.

За рутинно изследване осем или дори по-малко стимулации са достатъчни, а разлика между сегментите над 0,5 ms се смята за абнормна. Евентуален спад в амплитудата може да се използва за документиране на блок в провеждането (Фиг. VIII.10 и Фиг. VIII.11). Въпреки, че инчуването е надежден метод, той има своите недостатъци - изисква дълго време и е неприятен за пациента, тъй като се прилагат няколко стимулации. Също така, резултатите от тази техника могат да бъдат трудни за записване поради артефакти от стимулацията. При пациенти с дебела кожа или дебел RF високият интензитет, който е нужен за достатъчна стимулация на нерва, прави точното място на нервна деполяризация несигурно

(Stevens, 1987; Stevens, 1997). Късите сегменти, също така, правят по-значима всяка грешка, която може да настъпи при маркирането на сегментите или смяна на позицията на стимулиращия електрод при поставянето му върху кожата.



Фигура VIII.10. ЕМГ - inching, вижда се нарастване на латентността и намаляване на амплитудана в мястото на компресия (блок в провеждането).



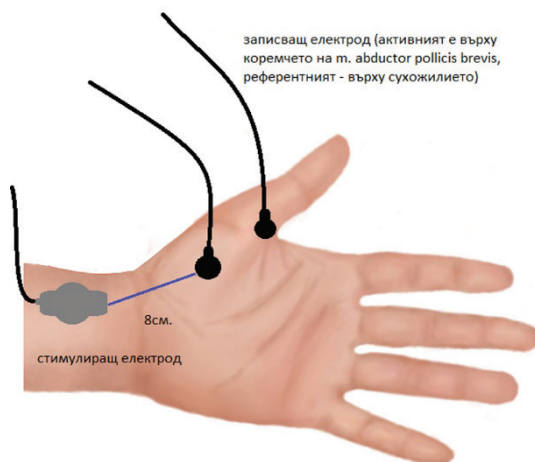
Фигура VIII.11. ЕМГ - inching, вижда се нарастване на латентното време, амплитудата не се променя.

Robinson и съавт. (1998) използват сумата от трите сравнителни теста, описани по-горе, за да подобрят надеждността, чувствителността и специфичността на ЕМГ при диагностициране на СКК. Този нов показател те наричат комбиниран обобщен индекс: $CSI = \text{thumbdiff} + \text{ringdiff} + \text{palmdiff}$. За абнормна се приема стойност над 0.9 ms. Методът има чувствителност 83% и специфичност 95%. Ако за абнормни се приемат стойности над 1.1 ms чувствителността спада до 82%, но специфичността се повишава до 100%. Последващи проучвания демонстрират, че ако първото сравнение (независимо кое от трите сравнения се приложи първо) има значителна разлика в латентността, то не е наложително да се извършват останалите, защото ако първото сравнение даде очевидно абнормна стойност има 98% вероятност, че и CSI ще бъде с абнормни стойности. Ако първото сравнение не даде стойност над границата за абнормност, е много полезно да се извърши цялата техника (Robinson и съавт., 2000).

Доказано е, че сензорните сравнителни техники са по-специфични и по-чувствителни от техниките измерващи абсолютните дистални латентности, същевременно не е ясно доказано, че една от сравнителните техники е по-добра от другите (Jablecki и съавт., 1993; Keith и съавт., 2009).

Изследване на проводимостта по моторните влакна на NM

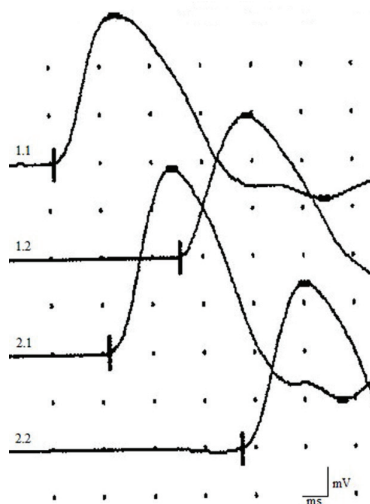
Въпреки, че има по-ниска чувствителност, изследването на моторните влакна играе важна роля при определяне на степента на увреждане на нерва и може да бъде използвано за локализация на лезията в случай, че липсват сензорните потенциали на NM. Дисталната моторна латентност на NM се получава при измерване в областта над *m. APB* при стимулация в областта на китката на разстояние 8 см. (Фиг. VIII.12 и Фиг. VIII.13)



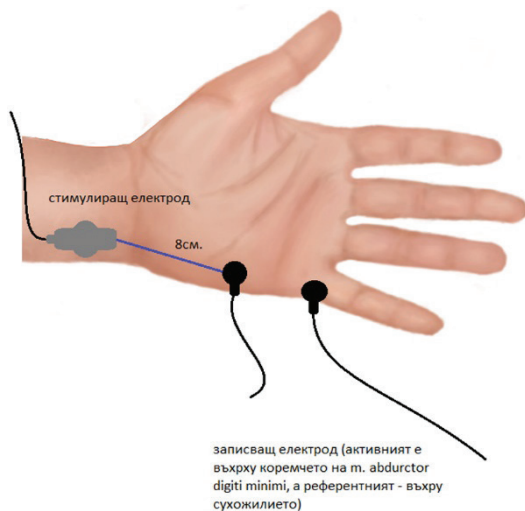
Фигура VIII.12. Изследване на проводимостта по моторните влакна на NM.

Тази латентност може да бъде сравнена с дисталната моторна латентност на NU до хипотенара при стимулация на 8 см. (Фиг. VIII.14)

Повечето автори смятат, че моторната латентност на NM е удължена, когато относителната латентност е равна или по-голяма от 1.2-1.8 ms (Sander и съавт., 1999). Приемането на по-ниски стойности вероятно би довело до повече фалшиво-позитивни резултати.



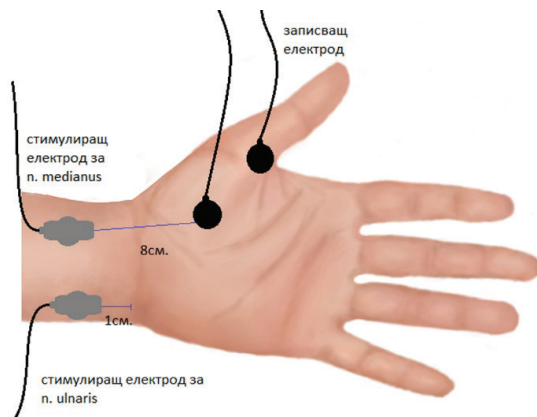
Фигура VIII.13. Изследване на провеждането по моторните влакна на NM, отвеждане от т. APB. Стимулация в китката (1.1) и в лакътя (1.2) на безсимптомната ръка. 2.1 и 2.2 стимулация в същите точки на симптоматичната ръка - вижда се удължената дистална моторна латентност.



Фигура VIII.14. Изследване на проводимостта по моторните валкна на NU.

Разликата между дисталната моторна латентност на NM до тенара и NU до тенара е проста техника за сравняване на моторната

латентност, при която първата стъпка е измерване на дисталната латентност чрез стандартната техника за NM. NU се стимулира на един сантиметър проксимално от дисталния ръб на китката, като СМАП се отвежда от мускулите в областта на тенара, инервирани от NU (Фиг. VIII.15).



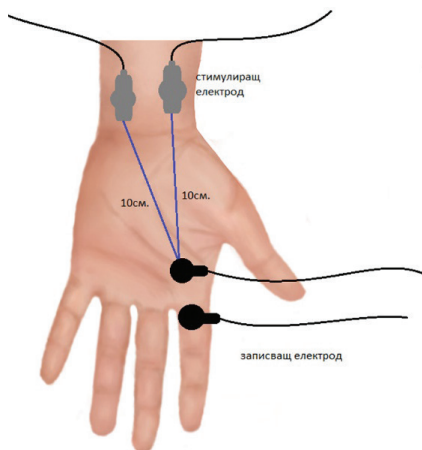
Фигура VIII.15. Изследване на проводимостта по моторните влакна на NM и NU, като се търси разликата между дисталната моторна латентност на NM до тенара и NU до тенара.

Формата на СМАП при стимулация на NU, обикновено, има начално позитивно отклонение и стойността на латентността трябва да се измерва от тази точка. Според някои изследователи, абнормна е стойност над 0.8 ms (Sander и съавт., 1999). Те отбелязват, че използването на тази гранична стойност (>0.8 ms) може да повиши броя на фалшиво-позитивните резултати, тъй като откриват разлика в моторната латентност между NM и NU от 1.4 ms при пациенти, които може и да не страдат от СКК. Това може да се дължи на трудността да се определи, кога точно започва СМАП (Williams и съавт., 2001).

Записване на СМАП от mm. lumbricales et interossei е друг относително прост метод за сравняване на моторната латентност при стимулация съответно на NM и NU. (Фиг. VIII.16)

Разлика над 0.4 ms между двете латентности се смята за значима (Williams и съавт., 2001). Вероятността за поява на фалшиво-позитивни резултати, при използването на тази стойност, е висока, тъй като има случаи с по-голяма разлика получена при

пациенти, които не проявяват клинични признаци на СКК. Тъй като влакната на NM, които достигат до втория лумбрикален мускул се увреждат по-трудно в сравнение с влакната достигащи до мускулите на тенара, тази техника може да е от полза за диагностициране на тежки форми на СКК. В този случай може да бъде записан отговор от лумбрикалните мускули, а от останалите мускули не, например липса на СМАП записван от областта на m. APB (Trojaborg и съавт., 1996; Stevens, 1997).



Фигура VIII.16. Сравнение на проводимостта по моторните нервни влакна на NM и NU при отвеждане на СМАП от mm. lumbricales et interossei.

Данни за наличие или липса на блок в провеждането през КК може да се получат при изследване на промяната в амплитудата на СМАП след стимулация на моторни влакна в областта на дланта и китката. Тази техника трябва да се използва предпазливо, тъй като дисталната стимулация на дланта може да доведе до стимулация на влакна на NU, достигащи до мускулите на тенара или директно да се стимулират мускулите, като така би се демонстрирал фалшиво-позитивен резултат за наличие на проведен блок. Трябва да се внимава за наличие на позитивно отклонение при палмарната стимулация, защото то би предполагало стимулация на мускули на тенара инервирани от NU.

В случай, че дисталните моторни латентности са нормални, трябва да се направят допълнителни изследвания, за да се изключат други възможни причини като: радикулопатия на ниво

C8-Th1, предногова увреда и мултифокална моторна невропатия. Трябва да се направи преценка на клиничната картина и да се направят допълнителни изследвания, както и изследване с иглени електроди. Изолираните нарушения на провеждането по моторните влакна на NM и нормални изследвания на проводимостта по сетивните влакна не подкрепят диагнозата СКК!

В следващата таблица са посочени горните граници на нормалните стойности за NM:

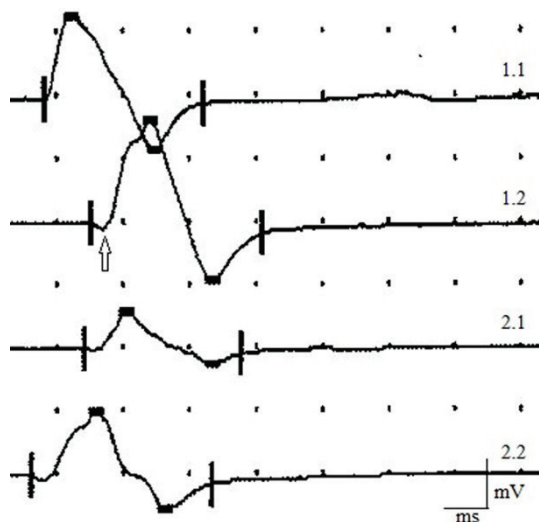
Изследвани нерви	Техника	Граница, след която стойността се смята за абнормна	Изследовател
Сетивни отговори			
NM-NM	Къси сегменти, 1 см антидромно (инчуване)	≥ 0.5 ms ≥ 0.4 ms	Kimura, 1979
NM-NU	Втори до пети пръст, 14 см антидромно	≥ 0.5 ms	Andary и съавт., 1992
NM-NU (нормализирани стойности за активни работници)	Втори до пети пръст, 14 см. антидромно	≥ 0.8 ms	Nathan и съавт., 1988
NM-NU (нормализирани стойности за диабетици с лека форма на заболяването)	Втори до пети пръст, 14 см. антидромно	≥ 1.0 ms	
NM-NU ringdiff	Четвърти пръст, 14 см антидромно	≥ 0.4 ms ≥ 0.5 ms	Felsenthal и съавт., 1979
NM-NU palmdiff	Средната област на дланта, 8 см. ортодромно	≥ 0.2 ms ≥ 0.3 ms ≥ 0.4 ms 0.5 ms	
NM NR thumbdiff	Първи пръст, 10 см, анти- или ортодромно	≥ 0.5 ms ≥ 0.4 ms	Salerno и съавт., 1998
Моторен отговор			
NM-NU	От NM до тенар се сравнява с този от NU до хипотенара	≥ 1.5 ms	Albers и съавт., 1996
NM-NU	От NM до лумбрикалните мускули се сравнява с този от NU до mm. interossei	> 0.4 ms	
NM-NU	От NM до тенар се сравнява с този от NU до тенар	> 0.8 ms	Johnson и съавт., 1981, Jackson и съавт., 1989

ЕМГ при анатомични вариации на нервите

Анастомоза на Riché-Cannieu се наблюдава при 77-100% от хората. Тя е отговорна за разпределение на мускулната инервация на тенара между NM и NU. Описана е в разнообразни форми, най-честите от които са: класическа форма (свързващо клонче между тенарния клон на NM и дълбокия клон на NU); анастомоза на нивото на *m. adductor pollicis*; анастомоза между тенарния клон на NM и дълбокия клон на NU на нивото на първия лумбрикален мускул и анастомоза между сетивен нерв на палеца и дълбокия клон на NU (Георгиев и съавт., 2019). Тази анастомоза е от значение при изследване на разликата между дисталната моторна латентност на NM и NU до тенара, описана по-горе.

Анастомозите между NM и NU в областта на предмишницата са описани от Martin и Gruber (MGA). Анастомозата започва от NM или от *nervus interosseus anterior* и се намира между клончетата, инервиращи дълбоките флексори на пръстите. Тази комуникация често е комбинирана с нервни анастомози в областта на ръката и отделя малки клончета, инервиращи дълбоките флексори на пръстите. В литературата има значителен брой противоречия относно участието на сензорни влакна във формирането на медиално-улнарната анастомоза на предмишницата. Обратни анастомози от улнарния нерв към NM, наречени още и анастомози на Marinacci, се срещат много по-рядко и се разполагат в дисталната част на ръката. Тази анастомоза няма клинично значение (Георгиев и съавт., 2019). Познаването на MGA е от голямо значение за интерпретацията на резултатите от ЕМГ (Фиг. VIII.17).

Тъй като, практически, влакната от MGA са само моторни, сензорните изследвания не се повлияват. Част от промените в ЕМГ при тази анастомоза са: 1. по-висока амплитуда на СМАП в областта на китката; 2. първоначално позитивно отклонение на СМАП на нивото на лакътя; 3. фалшиво бърза скорост на провеждане на NM между лакътя и китката. Положителното отклонение при лакътя, обикновено, присъства при наличие на СКК и MGA, тъй като влакната на MGA, които преминават през канала на Guyon провеждат по-бързо от влакната на NM преминаващи през КК. Това първоначално позитивно отклонение при стимулация на NM на нивото на лакътя се поражда от мускули в тенара инервирани от



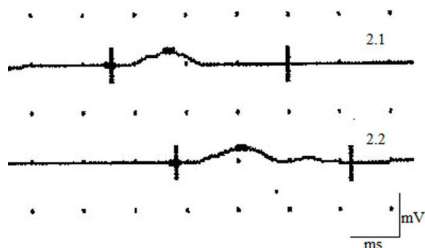
Фигура VIII.17. ЕМГ на пациент със СКК при МГА. Изследване на проводимостта по моторните влакна на NM при стимулация в китката (1.1) и в лакътя (1.2). NU се стимулира в същите две точки (2.1 лакът и 2.2 китка). Отвеждането на СМАП е от мускулите на тенара. Вижда се по-висока амплитуда на СМАП при стимулация в лакътя, както и първоначалното позитивно отклонение на СМАП при стимулация на NM в лакътя (стрелката), получаващо се в резултат на активация чрез влакната на МГА на мускулите инервирани от NU. Вижда се и по-ниска амплитуда на СМАП при проксимална стимулация на NU, в сравнение със стимулация в китката.

NU, а не от m. APB. При тежки случаи на СКК скоростта може да има стойност над 100 ms, а при екстремни случаи латентността от лакътя до тенара може да е по-кратка от латентността на NM от китката до тенара (Balbierz и съавт., 1998).

Изследване чрез иглени електроди

След провеждане на изследване на проводимостта по сетивните и двигателните влакна на NM, може да се премине към изследване с иглени електроди. Решението дали да се прибегне до иглено ЕМГ при пациенти със СКК не е универсално, но се приема като допълнителна възможност. Ако не се подозира наличие на шийна радикулопатия, плексопатия или друга фокална мононевропатия и възможната аксонална загуба не би променила лечението, то игленото ЕМГ не е наложително. Ако проводимостта на NM през китката е нормална, много рядко се открива абнорм-

ност при иглено ЕМГ. Игленото ЕМГ може да помогне и, обикновено, е наложително при диагностицирането на цервикална радикулопатия, проксимална невропатия на NM, полиневропатия, както и за документиране на аксонална загуба при СКК. Тези диагнози могат да съпътстват или да имитират СКК. Пациентите със слабост на *m. APB*, атрофия на тенара, или понижена амплитуда на СМАП на NM биха имали полза от иглено ЕМГ за откриване на аксонална загуба (Фиг. VIII.18). В някои случаи, единственият метод за документиране на аксонална загуба е иглено ЕМГ на мускулите на тенара, инервирани от NM. Резултатите могат да покажат аксонална дегенерация, включително и фибрилационни потенциали, гигантски потенциали или полифазни потенциали на моторните единици (AANEM, 2002).



Фигура VIII.18. Изследване на проводимостта по моторните влакна на NM, стимулация в китката (2.1) и лакътя (2.2), отвещане от *m. APB*. Открива се тежко увреждане на нерва с удължена моторна латентност и силно снижение на амплитудата на СМАП с дисперсия във времето.

Други промени в ЕМГ при пациенти със СКК

При някои пациенти, с по-тежка форма на СКК, се наблюдава забавено провеждане в предмишницата проксимално от КК. Етиологията на това състояние не е ясна. Двете основни теории са: 1. Ретроградна дегенерация на NM проксимално от китката; 2. Блок в провеждането на най-бързо провеждащите влакна в КК (Stevens, 1997). Откриването на забавена скорост на провеждане в предмишницата не изключва диагнозата СКК. Трябва да се има предвид, че този симптом се среща нерядко и при пациенти с клинична картина на СКК.

Латентността на NM през китката може да се повиши в случаи