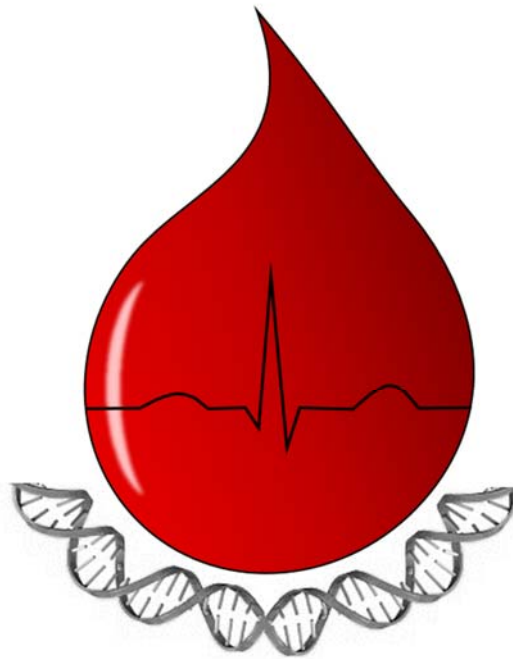




UMEÅ UNIVERSITET



BIOMEDICINSK
ANALYTIKERPROGRAMMET

En jämförande neurografisk studie

Hur mätparametrar för utvärdering av neurofysiologisk sjukdom påverkas vid olika vinklar på armbågen.

Emma Block



A Comparative Neurographic Study

How different parameters are affected by elbow angulation.

Handledare

Victoria Heldestad, Institutionen för klinisk mikrobiologi, infektion och immunologi

Läroproponent: Sandra Arvidsson

Examinator: Per Lindqvist

Datum för godkännande: 2019 06 12

Abstrakt

Kompression av Nervus ulnaris (n.ulnaris) i armbågsnivå är en vanlig åkomma och kan ge symptom som domningar och smärta i ring- och lillfinger. Detta kan kliniskt bekräftas genom nervledningsmätning, där sänkt motorisk nervledningshastighet, sänkt amplitud och förlängd latens kan ses över kompressionsstället. Studiens syfte var att jämföra mätbara parametrar vid olika vinklar på armbågen för att få en bättre förståelse för möjliga mätfel vid neurografisk undersökning av n.ulnaris. Materialet bestod av 20 frivilliga personer, mellan åldrarna 21–48 år. Supramaximal stimulering över n.ulnaris utfördes på stimuleringspunkterna; handled, underarm och överarm. Vid registrering uppmättes latens, nervledningshastighet, amplitud och temperatur. Ingen signifikant sidoskillnad kunde ses för parametrarna latens, amplitud eller nervledningshastighet vid de olika armvinklarna. Vid stimulering ovanför armbåge registrerades att <90 graders vinkel gav långa latenser och sänkta amplituder jämfört med stimuleringar i 90 graders vinkel. Registreringar i 90 grader utåt gav förlängda latenser och förhöjda amplituder jämfört med stimuleringar i 90 graders vinkel. Vid 180 graders vinkel visades lägre hastigheter och sänkta amplituder jämfört med stimuleringar i 90 graders vinkel. Konklusionen var att signifikant skillnad hos latens, amplitud och nervledningshastighet noterades vid olika vinklar på armbågen, mätningar i 90 graders vinkel var mest optimal med hänsyn taget till samtliga parametrar.

Nyckelord

Nervus ulnaris, Neurografier, Armbåge, Latens, Hastighet, Amplitud

Introduktion

Nervus ulnaris (n.ulnaris) är en av tre huvudnerver som innerverar arm och hand. N. ulnaris innerveras från åttonde cervikalkotan och följer armen ut i ring- (dig.IV) och lillfingret (dig.V). I överarmen följer n.ulnaris axillaris- och brachialisartärerna. Vid armbågsnivå löper nerven mellan armbågsbenets utskott och överarmbenets mediala epikondyl i sulcus nervi ulnaris vilket är ett vanligt kompressionsställe (1). Nerven kröker sig kraftigt i detta område och när armbågen böjs, sträcks nerven runt detta benutskott vilket kan leda till kompression (2). N. ulnaris går därefter mellan de humerala och ulnara huvudena på flexor carpi ulnaris i underarmen varefter den dyker djupt ner till muskelfascian mellan främre ytan av flexor carpi ulnaris och bakre ytan av flexor digitorum superficialis. I de flesta armar blir fascian tunnare nära förbindelsen mellan de proximala två tredjedelarna och den distala tredjedelen av underarmen (3).

Kompression av n.ulnaris i armbågsnivå är näst vanligast efter karpaltunnelsyndrom (4). Generellt kan nervkompression kliniskt bekräftas genom nervledningsmätning, vilket kan ses som sänkt motorisk- eller sensorisk nervledningshastighet (NCV), låg amplitud och förlängd latens över kompressionsstället (5). Symptom vid kompression av n.ulnaris i armbågsnivå kan vara nedsatt känsel, domningar och stickningar ulnart i underarm eller dig IV-V, svårighet att spreta på fingrar, och eventuellt atrofi (1). Vid mätning av motorisk NCV över armbågsnivå med abductor digiti minimi som registreringspunkt anses NCV <50 m/s som nedsatt (4). Vid kompression av n. ulnaris erbjuder patienten oftast en stödskena och råd om hur arbetsställning kan minska symptomen. Vid mycket uttalade symptom kan operation utföras (2). Operation vid n.ulnaris kompression är komplicerat och behov av reoperation är inte ovanligt. Efter primär operation har patienter ofta fortsatta sensori-motoriska symptom från n.ulnaris försörjda områden (3).

Vid neurofysiologiska undersökningar kan polyneuropatier, nervkompression, mononeuropati eller annan nervskada utredas (1). Detta utförs genom att undersöka nervernas fysiologiska funktion och förmåga att leda elektriska signaler. Nedsatt ledningsförmåga och/eller minskad amplitud är parametrar som ses vid patologi. Vid neurografier tejpas två yt-elektroder på huden där registrerings-elektroden placeras över en muskel eller direkt över en nerv och referenselektroden placeras på en neutral punkt. Därefter ges små elektriska impulser som från stimuleringspunkten via mixad nerv leder elektrisk aktivitet i perifera nervsystemet. Denna elektriska aktivitet består av aktionspotentialer och postsynaptiska potentialer. En motorisk neurografi utförs för att mäta NCV mellan stimulerings- och registreringspunkt (muskel). Enligt tidigare studier är genomsnittlig NCV av n.ulnaris över armbågen, vid registrering från abductor digiti minimi (ADM) 62,65 +/- 7,62 m/s och från första dorsala interosseous (FDI) 60,49 +/- 7,42 m/s. De lägsta NCV, registrerade från ADM och FDI, som ansågs som normal var 47,4 m/s respektive 45,6 m/s, skillnad med denna studie var att NCV uppmättes i en armbågsvinkel på 135 grader (6).

Referensvärde för NCV och sena svar för olika nerver varierar betydligt i olika grupper och populationstyp. Fysiologiska faktorer som ålder, hudtemperatur, längd och kön påverkar också NCV.

Det är därför viktigt att ta hänsyn till detta i undersökningar (7), men även sjukdom som diabetes kan påverka undersökningresultatet (8).

Syftet med denna studie var att utföra neurografisk undersökning av n.ulnaris över armbågsnivå vid olika vinklar på armbågen hos friska individer. Detta utfördes för att jämföra olika mätbara parametrar och kvalitetssäkra undersökningen vid olika vinklar på armbågen, och för att få en bättre förståelse för möjliga mätfel vid neurografisk undersökning av n.ulnaris.

Material och metoder

Försökspersoner

Materialet bestod av 20 frivilliga personer, elva kvinnor och nio män, med en medelålder på 26,5 år (Tab.1). Personerna som medverkade var subjektivt friska, hade inte diabetes, nackbesvär, känd neurologisk sjukdom och var icke rökare.

Neurografisk undersökningsmetod

Medverkande undersöktes i sittande läge med armen vilande på ett armstöd, med handflata och fingrar uppåt i avslappnat läge. Mätningarna utfördes med fyra olika vinklar på armbågen (90 grader, 90 grader utåtrotation, <90 grader och 180 grader) och på båda armarna. Vid alla mätningar uppmättes en handryggstemperatur >28 grader Celsius.

Motorisk nervledning utfördes med Nicolet EDX AT2+b amplifier, (Carefusion, Natus medical incorporated, Middelton, USA) och Viking EDX- electrodiagnostisk software, (Natus medical incorporated, Middelton, USA) på samtliga personer. Filterinställning mellan 20 Hz – 10 kHz och en stimuleringsduration på 0,1 ms. Registreringselektroder Disc electrodes hush shielded, (Alpine Biomed ApS, Tonsbakken, Danmark) användes där aktiv elektrod placerades på ADMs muskelbuk och referenselektrod placerades på distala interphalangealeden på dig V. En jordklämma Reusable grounding alligator clip, (Technomed, Amerikalaan, Nederländerna) placerades på handleden mot tumsidan. Vid registrering uppmättes parametrarna latens (ms), nervledningshastighet (m/s), amplitud (mV) och temperatur (°C). Sträckan (mm) mellan punkterna underarm-handled, samt mellan under- och överarm mättes på samtliga deltagare för att NCV skulle kunna erhållas.

N. ulnaris stimulerades supramaximalt (25-80 mA). Stimulering utfördes med Hand-held bipolar stimulating electrode, Alpine biomed ApS, Tonsbakken Danmark) på tre stimuleringspunkter; handled (80 mm proximalt om aktiv registreringselektrod), underarm (60 mm nedanför armbågen, distalt om mediala epikondylen), överarm (60 mm ovanför armbågen, proximalt om mediala epikondylen). För att mäta ut stimuleringspunkten över och nedanför armbågen användes mediala epikondylen som utgångspunkt (Fig.1).

Statistisk analys

IBM SPSS statistics version 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) användes vid all statistisk analys.

Eftersom materialet var litet antogs det vara icke normalfördelat. För att testa om det fanns skillnad mellan kön eller höger respektive vänster arm utfördes Independent-Sample Mann-Whitney U test. Wilcoxon Signed Ranks Test användes för att testa skillnad för olika mätparametrar mellan de fyra mätvinklarna. En signifikans nivå på $p < 0.05$ användes för att förkasta nollhypotesen att ingen skillnad fanns mellan grupperna.

Etiska överväganden

Deltagarna fick skriftligt ta del av studiens syfte och möjliga obehag och gav muntligt samtycke i studien. Alla deltagare informerades om att de när som helst kan avbryta sin medverkan. Inga uppgifter om deltagarna kan identifieras av utanförstående. Studien behövde etikgranskas. De etiska

överväganden som övervägts var att neurografier kan upplevas obehagligt då svaga strömstötar ges, men är nödvändigt för att få ett resultat, däremot har deltagarna när som helst möjlighet att avbryta studien.

Resultat

Sidoskillnader hos olika parametrar

Ingen signifikant sidoskillnad ($p > 0,05$) kunde ses för parametrarna latens, amplitud eller nervledningshastighet för de olika armvinklarna. Skillnader i median och standardavvikelse gällande amplitud, latens och NCV fanns hos de olika armvinklarna (Tab.2).

Latenser vid olika armbågsvinklar

Ingen signifikant skillnad mellan kön noterades vid handledsnivå. Vid latens på underarm samt sträcka på underarm sågs en signifikant skillnad mellan kön där kvinnors latens var kortare jämfört med mäns. Vid latens överarm och sträcka överarm-underarm visades en signifikant skillnad mellan kön. Vid jämförelse mellan armvinklar vid handledsnivå visades att 90 grader hade signifikant kortare latens än 90 grader utåt, 90 grader hade signifikant kortare latens än 180 grader, vinkeln <90 grader hade signifikant kortare latens än både 90 grader utåt och 180 grader. Vid latens på underarm visades att <90 graders vinkel har kortare latens än de övriga vinklarna hos kvinnor. Hos män fanns ingen signifikant skillnad mellan de olika vinklarna vid stimulering vid underarm. Hos kvinnor noterades att 90 grader hade kortare latens än 90 grader utåt och <90 grader på överarm. 180 grader hade signifikant kortare latens än 90 grader utåt och <90 grader. Hos män noterades att 90 grader hade kortare latens jämfört med 90 utåt och <90 grader uppmätt på överarm, och vinkeln 180 grader visade sig generellt ha signifikant kortare latens än övriga grupper (Fig.2).

Amplituder vid olika armbågsvinklar

Ingen signifikant skillnad mellan kön noterades vid handleds-, underarm- eller överarmsnivå för amplitud. Vid jämförelse mellan armvinklar sågs att 180 grader hade signifikant lägre amplitud än alla övriga vinklar och <90 grader hade lägre amplitud än både 90 grader och 90 grader utåt vid registrering på handledsnivå. Vid stimulering vid underarm visades att armbågsvinkel i 180 grader hade signifikant lägre amplitud än övriga vinklar och <90 graders vinkel hade signifikant lägre amplitud än 90 grader och 90 grader utåt. Vid stimulering på överarm hade vinkeln 90 grader utåt signifikant högre amplituder än övriga grupper och 90 grader hade signifikant högre amplituder än <90 grader och 180 grader (Fig.3).

Hastigheter vid olika armbågsvinklar

Vid jämförelse av NCV mellan handled - underarm eller mellan under- överarm fanns ingen signifikant skillnad mellan kön. På underarm hade vinkeln <90 grader en signifikant högre NCV än 90 grader och 90 grader utåt. 180 graders vinkel hade signifikant lägre NCV än övriga vinklar vid stimulering över armbåge (Fig.4).

Diskussion

I denna studie noterades en medianhastighet vid överarm på 59,5 m/s och en spridning på 9.6 m/s i 90 graders vinkel, vilket kan anses likvärdigt med tidigare studie där normal medelhastighet anses ligga på 59,68 m/s (4). I andra studier har det uppmätts en medelhastighet på $57,1 \pm 5,9$ m/s (9), denna studie erhöll något lägre medelhastighet vilket kan bero på en större spridning i ålder.

Skillnad mellan latens och amplitud verkade inte vara könberoende i denna studie, även fast skillnad mellan kön hos variablerna latens underarm och latens överarm noterades vid alla armbågsvinklar. Denna könsskillnad kan bero på att signifikant skillnad gällande distans mellan under- och överarm mellan män och kvinnor även noterades. Längre uppmätta distanser mellan stimuleringspunkt och registreringspunkt fanns hos män jämfört med kvinnor. Längre distans gav längre latens eftersom det tar längre tid för impulsen att ledas genom en längre nerv. Däremot bör inte NCV påverkas under normala förhållanden av detta eftersom sträcka dividerat med latens genererar NCV. NCV kan påverkas vid nervskador, konduktionsblock, demyelinisering eller axonal degeneration (10).

Vid jämförelse av resultat av de olika vinklarna mot vinkeln 90 grader, noterades att vid mätning av latens handled gav både 90 grader utåt och 180 grader en signifikant längre latens än 90 grader hos både män och kvinnor. 90 graders vinkel är den vinkel som oftast används klinisk vid neurografiska undersökningar, eftersom denna vinkel på armbågen garanterar en konstant spänning över armen och kompression av omliggande vävnad (9). Detta visar på att registrering vid 90 grader utåt och 180 graders vinkel kan ge längre latensvid handledsnivå. Vid registrering av underarm hade vinkeln <90 grader kortare latens än vinkeln 90 grader hos kvinnor. Däremot fanns inga signifikanta skillnader mellan någon av grupperna hos män. Möjligt är att signifikant skillnad inte funnits hos kvinnorna om distansen mellan registreringspunkterna även här varit längre likt männens. Latensen på underarm var beroende av armlängd, därför hade kvinnor en kortare latens i genomsnitt, på grund av kortare avstånd mellan registreringspunkter. Vinkeln <90 grader på underarm hos kvinnor kan ge kortare latens än mätning i 90 grader.

Vid punkten överarm hade vinkeln 90 grader utåt och <90 grader signifikant längre latens än 90 grader hos både män och kvinnor. Latens över armbåge är den viktigaste registreringspunkten, eftersom elektrisk stimulering sker ovanför eventuell kompression. Lång latens kan ge misstankar om förträngning av nerv även om vinkeln är orsaken, men att latens kan ha påverkats av eventuell muskelaktivering vid vinklarna <90 grader och 90 grader utåt, eller att vridning i axel skapats vid 90 grader utåt är också en möjlighet. Endast hos män gav vinkeln 180 grader en kortare latens än vid 90 graders vinkel, detta skulle kunna bero på att musklerna var mer avslappnade i denna position.

Vid jämförelse av de olika grupperna visades att amplituderna vid handledsnivå och underarm var högre vid 90 grader än vid <90 grader och 180 grader. Detta kan leda till feldiagnostisering i fall där normalvärden är uppmätta i 90 graders vinkel. Vid överarm var även amplituden vid 90 grader högre än vid <90 grader och 180 grader. Men där visade sig också att 90 grader hade lägre amplitud än 90

grader utåt. Då inga tidigare studier hittats gällande just förändring av amplitud vid olika vinklar så blir det svårt att jämföra denna parameter med tidigare funna resultat.

Vid jämförelse mot 90 grader på underarm visades att vinkeln <90 grader gav högre NCV. Vid mätningar över armbåge sågs att 180 grader gav en lägre NCV än vid 90 graders vinkel. NCV över armbåge är en viktig parameter för att avgöra om kompression av n.ulnaris finns (10), vid mätning vid 180 graders vinkel på armbågen visades en lägre NCV och det kan leda till en felaktig diagnos om kompression ställs hos friska individer. Men mätning vid <90 grader skulle kunna ge konsekvenser som att friskförklara någon som faktiskt har förträngning av nerv.

Faktorer som påverkar NCV är till exempel temperatur, längd, kön (11), där en lägre hudtemperatur ger lägre NCV. I denna studie undersöktes inte temperatur då alla individer hade en temperatur >28 grader Celsius. Även maskinvara och elektriska störningar kan påverka olika parametrar, bland annat amplitud (12). Den mänskliga faktorn vid mätning och registrering kan också vara en möjlig felkälla. Valet av stimuleringspunkter (60 mm ovanför och 60 mm nedanför epikondylen) gjordes för att registreringarna med säkerhet skulle göras ovanför/nedanför ett möjligt kompressionsställe. Dock upptäcktes under flertalet undersökningstillfällen att stimuleringspunkten 60 mm under epikondylen, var svärstimulerad på vissa försökspersoner. Detta då nerven dyker ner på djupet (3), vilket skulle kunna ha försvårat supramaximal stimulering. Svårigheter fanns också vid stimulering med 90 grader utåtrotation, på grund av att detta var en komplicerad vinkel att utföra registreringar vid. Vid vinkeln <90 kunde muskelstörningar ses i de flesta mätningarna, då denna vinkel försvårade för deltagarna att slappna av.

En svårighet med att jämföra valda parametrar i denna studie med tidigare var att NCV verkar vara den mest undersökta parametern i denna frågeställning. Kroppsvikt, som kan tänkas påverka de valda parametrarna, plockades bort i denna studie på grund av bristfälliga svar. Att ange sin vikt var frivilligt, vilket gjorde att alla medverkande inte angav detta. Denna fråga valdes till frivilligt eftersom det kan vara en känslig fråga som inte alla vill svara på.

Studien skulle behöva göras i en större grupp, för att få mer tillförlitligt resultat. Parametrar som till exempel höger/vänsterhänt, kost- och tränings vanor (träningsgrad, alkoholvanor, koffein, B-vitamin (vegetarianer)), kan vara intressanta att undersöka vidare. Eftersom detta på olika sätt skulle kunna påverka nervernas förmåga att leda elektriska signaler. Dock kan kategorisering av personer efter träning, kost och alkoholvanor vara ett känsligt ämne, och risken för oärliga svar kan försvåra en sådan studie. I en större population kan liknande studie vara bra för att undvika feldiagnostisering av nervsjukdomar, ge ökad kvalitetssäkring och undvika mätfel på grund av vinkeln i armbåge. Säkrare diagnosmetoder bidrar till minskade sjukvårdskostnader och en snabbare vård.

Konklusionen för denna studie var att signifikant skillnad hos parametrarna latens, amplitud och hastighet kunde registreras vid olika vinklar på armbågen. Även om resultaten blev någon spretiga visades ändå att mätningar i 90 graders vinkel var mest optimal med hänsyn taget till samtliga parametrar och olika mätsvårigheter i andra vinklar på armbågen.

Tack tillägnas

Ett stort tack tillägnas min handledare Victoria Heldestad för stöd och kontinuerlig respons under skrivprocessen. Jag vill även tacka personalen vid klinisk neurofysiologi på Norrlands universitetssjukhus för möjlighet att använda lokaler och apparatur. Jag riktar även ett tack till samtliga försökspersoner som gjort denna studie möjlig.

Referenser

1. Norrving, Aldskogius, Brogårdh, Jakobsson Larsson , Larsson, Stibrant Sunnerhagen, Tham et al. (2015). *Klinisk neurovetenskap*. First edition. Liber AB ISBN: 978-91-47-09968-9. 145- 170.
2. Akademiska. Inklämning av ulnarisnervern. <https://www.akademiska.se/for-patient-och-besokare/ditt-besok/undersokning/inklamning-av-ulnarisnerven/> (Hämtad 2019-04-12).
3. Choi PJ, Nwaogbe C, Iwanaga J et al. The deep fascia of the forearm and the ulnar nerve: an anatomical study. *Cureus*. 2018, epub ahead. doi: 10.7759/cureus.2842.
4. Kern RZ. The electrodiagnosis of ulnar nerve entrapment at the elbow. *Can J Neurol Sci*. 2003;30(4):314-319.
5. Bjuväng, Kjellberg, Rehle, Åkesson. (2016). *Klinisk kemi och klinisk fysiologi- analyser och undersökningar*. Studentlitteratur AB, ISBN: 978-91-44-09321-5. 199-206.
6. Azma K, Bahmanteimoury K, Tavana B, Moghaddam FR, Moghaddam NM. Two measurement methods of motor ulnar nerve conduction velocity at the elbow: a comparative study. *Neurol India*. 2007;55(2):145-147.
7. Palve SS, Palve SB. Impact of aging on nerve conduction velocities and late responses in healthy individuals. *J Neurosci Rural Pract*. 2018;9(1):112-116.
8. Tehrani KHN. A Study of Nerve Conduction Velocity in Diabetic Patients and its Relationship with Tendon Reflexes (T-Reflex). *Open Access Maced J Med Sci*. 2018;17(6):1072-1076.
9. Ehler E, Ridzon P, Pavel U, Mazanec R, Nakladalova M. Ulnar nerve at the elbow-normative nerve conduction study. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj*. 2013, epub ahead. doi: 10.1186/1749-7221-8-2.
10. Akademiska. Val av Neurofysiologisk metod med utgångspunkt från symptomatologi. <https://www.akademiska.se/contentassets/322a2dee61954f5ea38eda8b19dcd49f/val-av-neurofysiologisk-metod-med-utgangspunkt-fran-sympatomatologi.pdf> (Hämtad 2019-05-22)
11. Haghghat S, Mahoomadian AE, Kianimehr L. Normative ulnar nerve conduction study: comparison of two measurement methods. *Adv Biomed Res*. 2018, epub ahead. doi: 10.4103/abr.abr_91_16.
12. Ernst G, Canales J, Garcia E. Two novel methods to asses ulnar nerve conduction across the elbow. *J Electromyogr Kinesiol*. 2016;30:126–130.

Tabell 1. Medelvärden och spridning hos 20 st friska individer gällande ålder och längd.

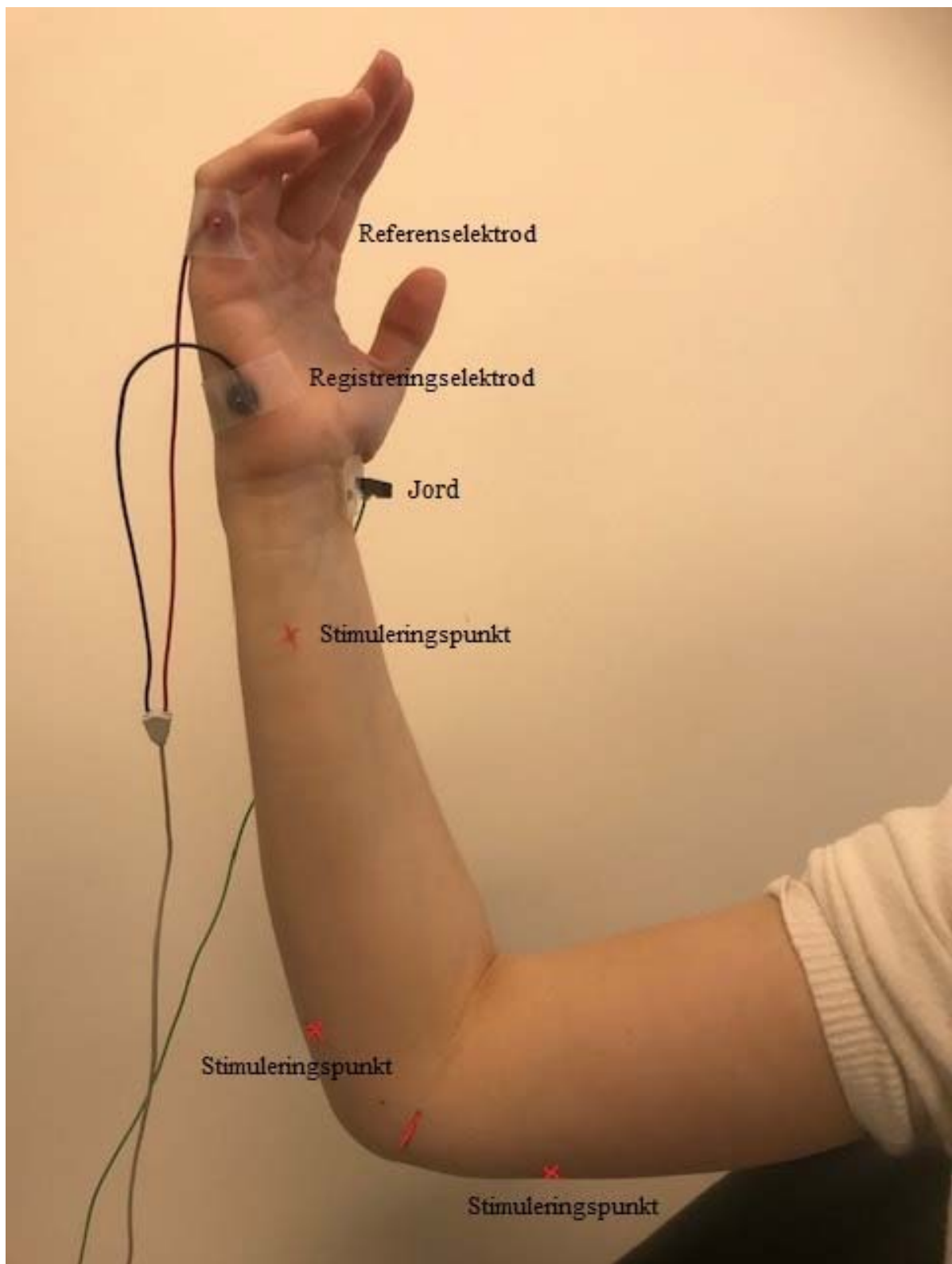
| Kön | Ålder (år) | | Längd (cm) | | Totalt |
|--------|------------|-------|------------|-------|--------|
| | Range | Medel | Range | Medel | |
| Man | 22-32 | 26 | 171-190 | 182 | 9 |
| Kvinna | 21-48 | 27 | 158-175 | 166 | 11 |
| Total | 21-48 | 27 | 158-190 | 173 | 20 |

Tabell 2. Median och standardavvikelse hos latens, amplitud och NVC i de olika grupperna (fyra olika armbågsvinklar vid neurografier).

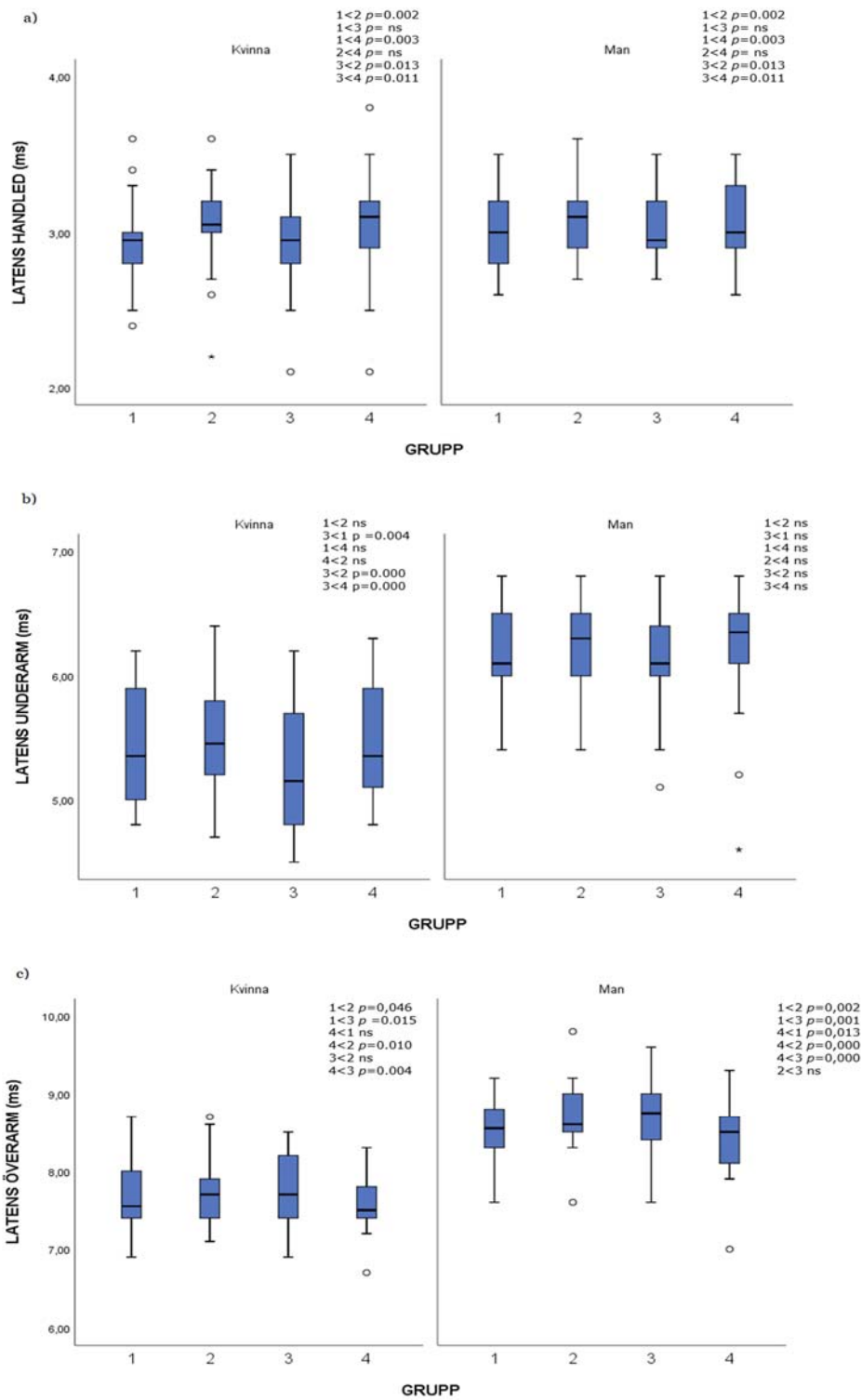
| | | Grupp ^a | | | | | | | |
|--------------------|----------|--------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| | | Md ^b | Std ^b | Md ^b | Std ^b | Md ^b | Std ^b | Md ^b | Std ^b |
| Latens (ms) | Handled | 3,0 | 0,3 | 3,1 | 0,3 | 2,9 | 0,3 | 3,0 | 0,3 |
| | Underarm | 5,8 | 0,6 | 5,8 | 0,5 | 5,7 | 0,6 | 5,9 | 0,6 |
| | Överarm | 8,1 | 0,6 | 8,3 | 0,7 | 8,2 | 0,6 | 8,0 | 0,5 |
| Amplitud (mV) | Handled | 12,5 | 2,3 | 12,8 | 2,3 | 11,6 | 2,3 | 11,1 | 2,0 |
| | Underarm | 11,2 | 2,3 | 11,5 | 2,2 | 10,5 | 2,2 | 10,3 | 1,8 |
| | Överarm | 11,0 | 2,2 | 11,4 | 2,3 | 10,0 | 2,1 | 10,2 | 1,8 |
| Hastighet (m/s) | Underarm | 61,0 | 5,3 | 62,5 | 5,8 | 64,0 | 6,5 | 62,5 | 6,7 |
| | Överarm | 59,5 | 9,6 | 59,0 | 6,7 | 60,0 | 8,6 | 55,5 | 7,1 |

^a Grupp 1=90 grader, Grupp 2=90 grader utåt, Grupp 3=under 90 grader, Grupp 4=180 grader.

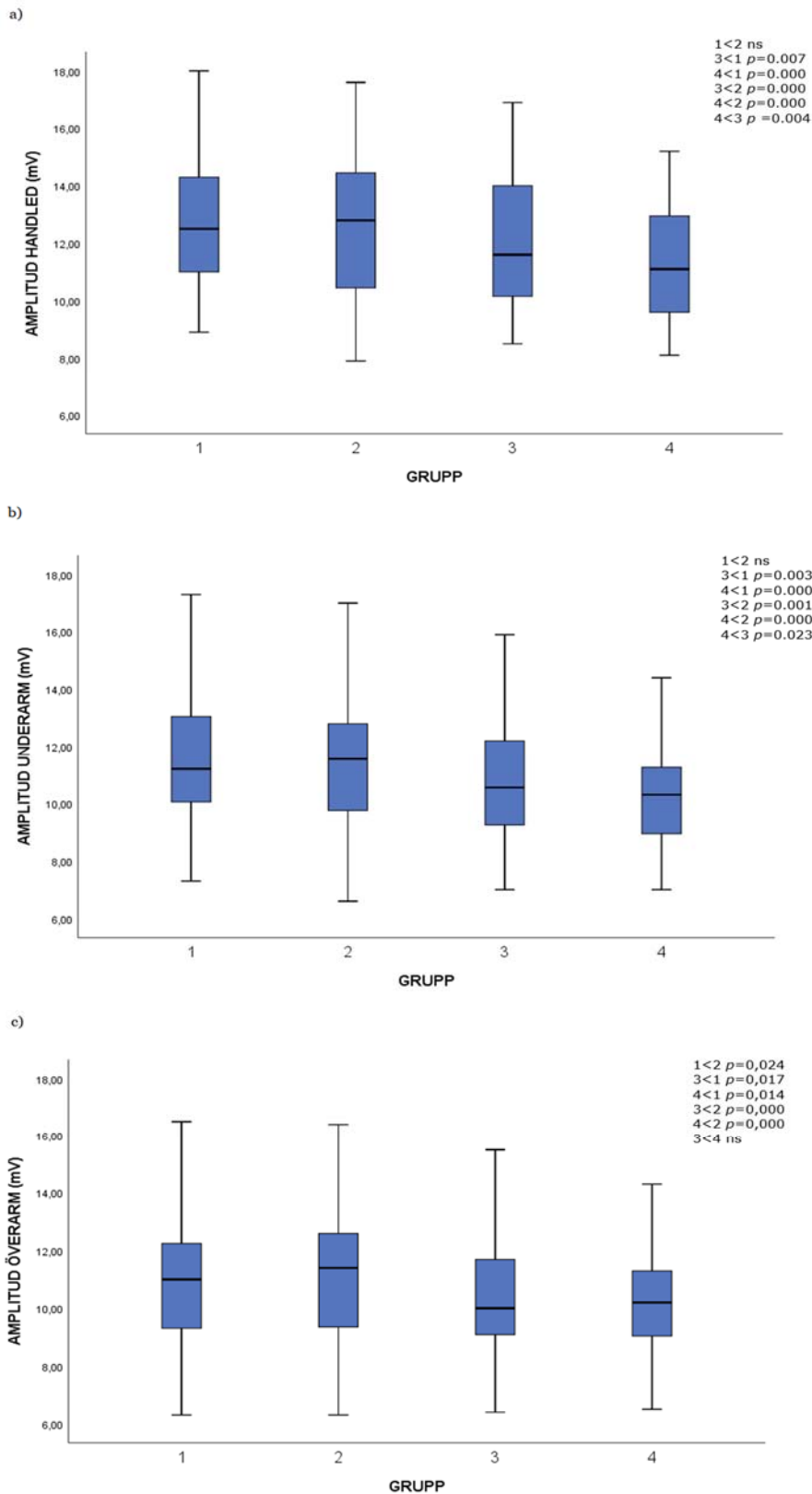
^b Md = median, Std =standardavvikelse



Figur 1. Bild över arm där registrerings- och stimuleringspunkter vid neurografisk undersökning som genomfördes på de 20 deltagarna.

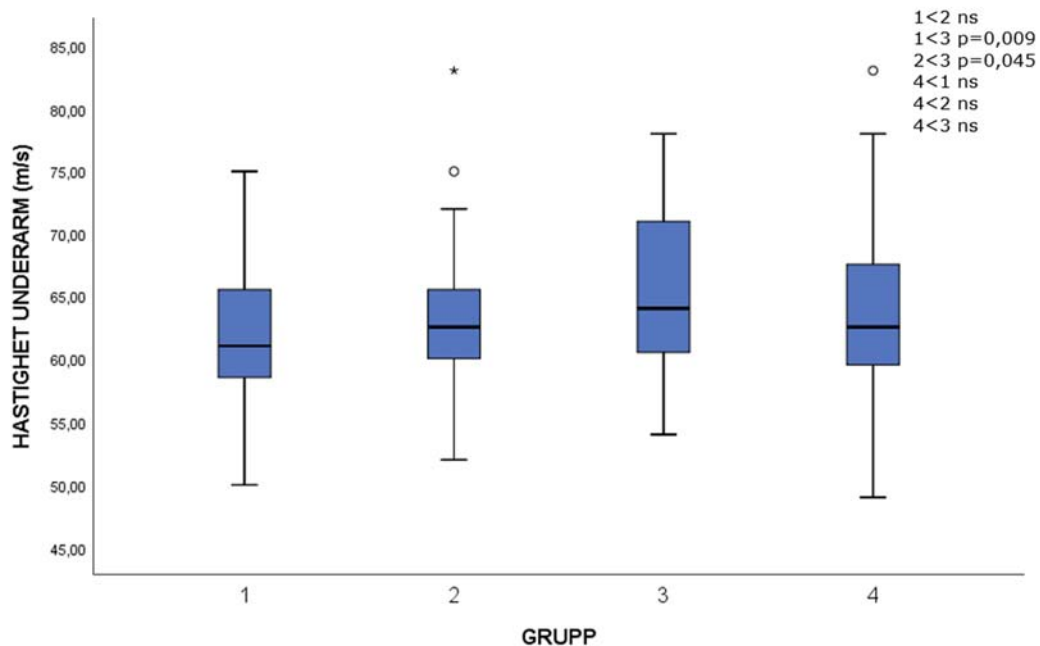


Figur 2. Latens uppmätt genom neurografisk undersökning vid tre stimuleringspunkter a) handled, b) underarm och c) överarm hos 20 individer, separerad av kön. Latens grupperat efter fyra armbågsvinklar. Grupp 1=90 grader, Grupp 2=90 grader utåt, Grupp 3=under 90 grader, Grupp 4=180 grader.

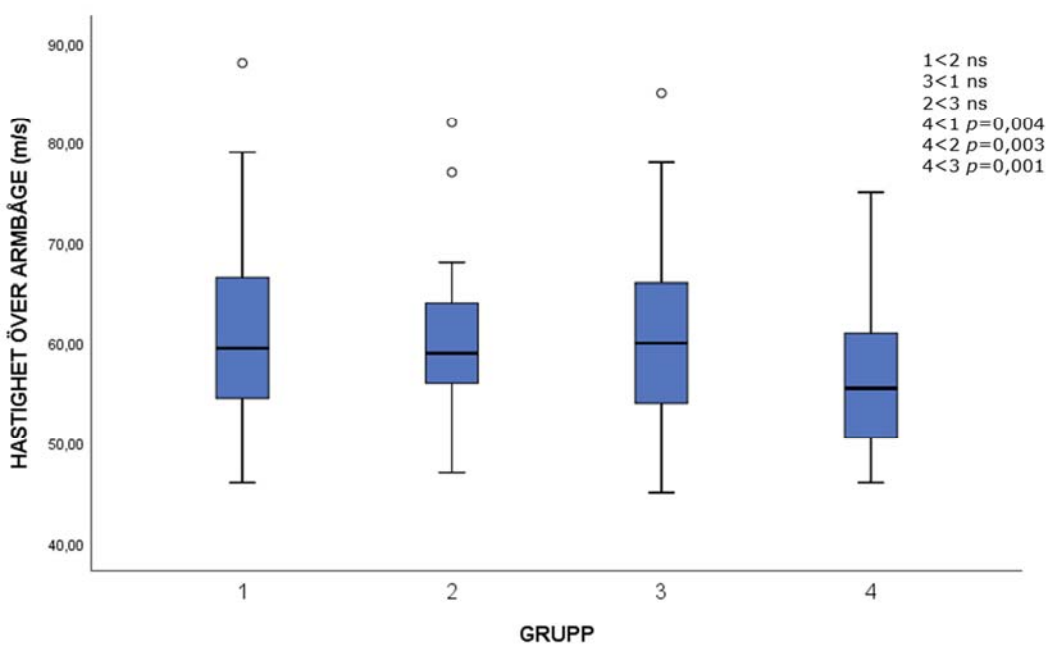


Figur 3. Amplitud uppmätta med neurografisk undersökning vid olika tre stimuleringspunkter a) handled, b) underarm och c) överarm hos 20 individer, skillnaden grupperat efter fyra armbågsvinklar. Grupp 1=90 grader, Grupp 2=90 grader utåt, Grupp 3=under 90 grader, Grupp 4=180 grader.

a)



b)



Figur 4. Nervledningshastighet uppmätt med neurografer vid a) underarm och b) över armbåge hos 20 individer, jämfört mellan fyra armbågsvinklar. Grupp 1=90 grader, Grupp 2=90 grader utåt, Grupp 3=under 90 grader, Grupp 4=180 grader.