



NEDERLANDSE VERENIGING
VOOR HANDTHERAPIE

**NVHT najaarssymposium
15 november 2019
"De ulnaire pols en een kijkje in de keuken"**

ABSTRACTS



Het distale radio-ulnaire gewricht

Door: Drs. Merel Berkhout, plastisch chirurg,
handchirurg, afdeling plastische chirurgie
Alrijne Ziekenhuis – Leiden / Leiderdorp, The
Hand Clinic – Amsterdam

Onderwerp: Anatomie en pathologie van het DRU gewricht

De presentatie geeft een overzicht van de functionele anatomie van het DRU gewricht, gevolgd door een aantal specifieke aandoeningen waarbij kort wordt ingegaan op de chirurgische behandelmogelijkheden.

Literatuurverwijzing

- 1) Green's Operative Hand Surgery, 7th edition (Elsevier) 2016
Scott Wolfe William Pederson Scott H. Kozin Mark Cohen
- 2) Principles and Practice of Wrist Surgery (Elsevier) 2009
David J. Slutsky



De overbelaste pols bij jonge sporters

Door: Dr. Laura Kox, AIOS radiologie, afdeling Radiologie & Nucleaire Geneeskunde, Amsterdam UMC, locatie AMC – Amsterdam

Onderwerp: Diagnostische strategieën voor overbelasting van de pols bij kinderen en adolescenten die polsbelastende sporten beoefenen

Polsbelastende sporten, waaronder tennis, turnen en judo, zijn populair bij kinderen in Nederland. Het zich ontwikkelende bewegingsapparaat is echter extra kwetsbaar voor blessures, inclusief overbelasting. Aan bod komen de verschillende perspectieven op overbelastingsblessures van de pols bij jonge sporters met een focus op het verbeteren van diagnostische strategieën voor dergelijke blessures. Hierbij is aandacht voor de epidemiologie, de percepties van de sporters en sportartsen en hoe die kunnen worden ingepast in een instrument voor zelfrapportage, en de mogelijke radiologische strategieën voor het in beeld brengen van overbelastingsblessures van de pols in jonge sporters. Een aantal strategieën zullen besproken worden voor het verbeteren van de vroege diagnose van overbelastingsblessures aan de pols bij jonge sporters, zoals een korte vragenlijst en zowel kwalitatieve als kwantitatieve beeldvormende technieken. Met behulp van deze diagnostische middelen kan de behandeling van dergelijke blessures, bijvoorbeeld middels fysiotherapie op een eerder moment worden ingezet, wat kan bijdragen aan een sneller herstel en terugkeer naar sport.

Literatuurverwijzing

- 1) Kox LS, Kuijer PPFM, Kerkhoffs GMMJ, Maas M, Frings-Dresen MHW. Prevalence, incidence and risk factors for overuse injuries of the wrist in young athletes: a systematic review. *Br J Sports Med* 2015;49(18):1189-1196.
- 2) Kox LS, Kraan RBJ, Van Dijke CF, Hemke R, Jens S, De Jonge MC, Oei EH, Smithuis FF, Terra MP, Maas M. Systematic assessment of the growth plates of the wrist in young gymnasts: development and validation of the Amsterdam MRI assessment of the Pysis (AMPHYS) protocol. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2018;4(1):e000352.
- 3) Kox LS, Opperman J, Kuijer P, Kerkhoffs G, Maas M, Frings-Dresen MHW. A hidden mismatch between experiences of young athletes with overuse injuries of the wrist and sports physicians' perceptions: a focus group study. *BMC Musculoskelet Disord* 2019;20(1):235.
- 4) Kox LS, Kuijer P, Opperman J, Kerkhoffs G, Maas M, Frings-Dresen MHW. Content validity of the SOS-WRIST questionnaire for timely identification of wrist overuse in young athletes. *Phys Sportsmed* 2019:1-9.
- 5) Kox LS, Jens S, Lauf K, Smithuis FF, van Rijn RR, Maas M. Well-founded practice or personal preference: a comparison of established techniques for measuring ulnar variance in healthy children and adolescents. *Eur Radiol* 2019. doi: 10.1007/s00330-019-06354-x.



Het lunotriquetraal Ligament

Door: Prof. dr. Marco Ritt, plastisch chirurg, handchirurg, afdeling Plastische Chirurgie, Amsterdam UMC, VUmc – Amsterdam, The Hand Clinic – Amsterdam

Tijdens deze voordracht zal allereerst de anatomie van het lunotriquetrale (LT) ligament besproken worden, waarbij we in zullen gaan op de 3 verschillende onderdelen van het LT ligament en de secundaire stabilisatoren van het LT ligament. Ook zal de relatie tot het triangular fibrocartilage complex (TFCC) kort besproken worden. Nauw samenhangend met de anatomie zal ook de desbetreffende biomechanica aan de orde komen. Deze biomechanica heeft weer implicaties voor de behandeling van de diverse typen letsels van het LT ligament en het is daarom goed om ook de pathomechanica van de diverse letsels te bespreken alvorens over te gaan tot de behandeling. Hierbij zullen we zwaar leunen op een review dat we in 2016 hebben geschreven, maar ook een nieuwe techniek, beschreven vanuit de Mayo Clinic zal getoond worden.

Literatuurverwijzing

- 1) Biomechanical studies on ulnar-sided ligaments of the wrist. Thesis, MJPF Ritt, Amsterdam, 22-9-1995, ISBN 90-9008564-5.
- 2) Ritt MJPF. Kinematics of the lunotriquetral Joint. Chapter 40, page 401-407.
In: Fractures and Injuries of the Distal Radius and Carpus: The cutting edge by Slutsky DJ and Osterman AL (eds.). ISBN 978-1-4160-4083-5 Saunders Elsevier, Philadelphia, USA, 2009
- 3) Ritt MJPF and Don Griot JPW. Lunotriquetral Dissociation. Chapter 18, page 92-99.
In: Articular injury of the wrist, by Garcia-Elias M and Mathoulin CL (eds.). ISBN 978-3-13-174621-4 Thieme, Stuttgart, Germany, 2014
- 4) van de Grift TC, Ritt MJ. (invited paper) Management of lunotriquetral instability: a review of the literature. J Hand Surg Eur Vol. 2016 Jan;41(1):72-85.
- 5) Garcia-Elias M, Ritt MJPF. Lunotriquetral dissociation: pathomechanics. Atlas Hand Clinics. 2004;9(1):7-15.



Ulnaire polsklachten: het vergroten van actieve stabiliteit en proprioceptie

Door: Paul Zagt, fysiotherapeut / handtherapeut CHT-NL, handtherapie Nederland (Zorgpraktijken 1.5) – Hilversum

Onderwerp: Praktische invulling van oefentherapie bij ulnaire polsklachten.

De ulnaire regio van de pols is en blijft een anatomisch/pathologisch moeilijk te doorgronden gebied. Het vertalen van deze kennis naar effectieve oefeningen kan ingewikkeld zijn. Deze presentatie beoogt het inzicht in deze regio te verbeteren en praktische handvatten te bieden in de behandeling van patiënten met ulnaire polsklachten (DRU/TFCC/ulnocarpaal).

Uitleg en voorbeelden van oefeningen voor algemene proprioceptie en voor de hoofdverantwoordelijke stabiliserende spieren in de ulnocarpale regio worden gegeven. Specifieke oefeningen bij PT-, ECU- en LT pathologie worden niet besproken.

Literatuurverwijzing

- 1) Altman E. The ulnar side of the wrist, clinically relevant anatomy and biomechanics. J Hand Surg 2007;32:1086-1106,
- 2) Kleinman B. Stability of the Distal Radioulna Joint: Biomechanics, Pathophysiology, Physical Diagnosis, and Restoration of Function what we have learned in 25 Years. J Hand Surg 2007;32:1086-1106,
- 3) Kroon, Bonhof-Jansen, Instabiliteit van het DRU gewricht nader bekeken. Nederlands Tijdschrift voor Handtherapie, April 2011
- 4) Handtherapie Nederland, 2015 Richtlijn DRU instabiliteit en artrose
- 5) Esplugas, M, 2018, functional anatomy of the distal radioulnar joint (presentatie)



Distaal radio-ulnaire stabiliserende training (DRUST) bij TFCC letsel met gewrichtsinstabiliteit

Door: Gertjan Kroon, fysiotherapeut / handtherapeut CHT-NL & ECHT, afdeling Handtherapie Isala – Zwolle

Inleiding

Letsel van het triangulaire fibrocartilage complex (TFCC) kunnen instabiliteit geven van het distaal radio-ulnaire gewricht welke pijn en functiebeperking kunnen geven. Het distaal radio-ulnaire (DRU) gewricht wordt door intrinsieke en extrinsieke structuren gestabiliseerd. Er is een toenemende bewustwording van de stabiliserende rol van de m. pronator quadratus en m. extensor carpi ulnaris op het DRU-gewricht.¹⁻⁸ Onduidelijk of trainen van de dynamische stabiliteit (DRUST) klachten en beperkingen vermindert en een alternatief voor chirurgische behandeling kan zijn bij instabiliteit van het distale radio-ulnaire gewricht ten gevolge van TFCC laesies. Het doel van deze studie was om inzicht te krijgen in de effecten van DRUST voor het verminderen van pijn en functionele beperkingen.

Methode

Een prospectieve cohortstudie is opgezet waarin patiënten die een, door arthroscopie of MRI bevestigde, TFCC 1B laesie hadden met instabiliteit van het DRU-gewricht werden geïnccludeerd. De primaire uitkomstmaat was pijn en functiebeperking gemeten met de Patient Rated Wrist Hand Evaluation (PRWHE-DLV). Secundaire uitkomstmaten waren het aantal patiënten wat uiteindelijk toch voor een operatie koos, het aantal handtherapie behandelingen en de patiënt tevredenheid (NRS). De metingen vonden plaats voor de training, 3 en 6 maanden na de start van DRUST en een lange termijn follow-up na minimaal 1 jaar.

Resultaten

Eenentwintig patiënten (8 mannen en 13 vrouwen) met een gemiddelde leeftijd van 33,2 jaar, werden geïnccludeerd met een mediane klachtenduur van 8 maanden (IQR 5-24). Het DRUST programma toont een klinisch relevante positieve verbetering van de PRWHE totaal- en sub scores vergeleken met de voormeting. Zes patiënten kozen voor een operatie na 6 maanden en 2 patiënten overwogen een operatie bij de lange termijn follow-up.

Conclusie

Revalidatie met een stabiliserend oefenprogramma bij patiënten met DRU instabiliteit ten gevolge van een TFCC 1B laesie vermindert de pijnklachten en de functionele beperkingen. Deze bevindingen moeten nog verder onderbouwd worden door gecontroleerde prospectieve vervolgstudies.

Literatuurverwijzing

- 1) Hagert E. Proprioception of the wrist joint: A review of current concepts and possible implications on the rehabilitation of the wrist. *J Hand Ther.* 2010;23(1):2-16; quiz 17.
- 2) Haugstvedt JR, Langer MF, Berger RA. Distal radioulnar joint: Functional anatomy, including pathomechanics. *J Hand Surg Eur Vol.* 2017;42(4):338-345.
- 3) Lida A, Omokawa S, Moritomo H, et al. Biomechanical study of the extensor carpi ulnaris as a dynamic wrist stabilizer. *J Hand Surg Am.* 2012;37(12):2456-2461.
- 4) Gordon KD, Pardo RD, Johnson JA, King GJ, Miller TA. Electromyographic activity and strength during maximum isometric pronation and supination efforts in healthy adults. *J Orthop Res.* 2004;22(1):208-213.
- 5) Garcia-Elias M. Soft-tissue anatomy and relationships about the distal ulna. *Hand Clin.* 1998;14(2):165-176.
- 6) Badur N, Garcia-Elias M. Functional evaluation of the distal radioulnar joint. In: De Smet L, Schuind F, Degreef I, Elkazzi W., ed. *Difficult problems and complications at the forearm: FESSH 2012 - instructional course book.* Sauramps Medical, Montpellier; 2012:53-62.
- 7) Salva-Coll G, Garcia-Elias M, Leon-Lopez MM, Llusa-Perez M, Rodriguez-Baeza A. Role of the extensor carpi ulnaris and its sheath on dynamic carpal stability. *J Hand Surg Eur Vol.* 2012;37(6):544-548.
- 8) Mespl   G, Grelet V, L  ger O, Lemoine S, Ricarr  re D, Geoffroy C. Rehabilitation of distal radioulnar joint instability. *Hand Surg Rehabil.* 2017;36(5):314-321.



Casuïstiek: Ulnaire pijn bij een violiste
Door: Dr. Freek Lötters, fysiotherapeut /
handtherapeut, bewegingswetenschapper,
Hand en Pols Revalidatie Nederland

In de afgelopen drie jaar hebben we in onze revalidatie kliniek 262 muzikanten gezien met hand en pols problemen. Kenmerken van deze populatie waren: 51% man, 49% vrouw; leeftijd 45 ± 20 jaar, 40% was professioneel muzikant, 51% amateur muzikant en 9% was student conservatorium. De top 4 diagnoses waren: 21% vingerletsel, 20% midcarpale instabiliteit/hypermobiliteit, 15% osteoarthritis, 15% tenovaginitis/tendinitiden. De top 3 instrument groepen waren: 27% piano/orgel, 20% (alt)viool/cello en 19% gitaar.

Het is essentieel om de klachten van een muzikant te analyseren tijdens het bespelen van zijn/haar muziekinstrument. Een kleine vermindering in mobiliteit kan bij het uitvoeren van dagelijkse handelingen geen probleem opleveren, maar kan vergaande beperkingen geven bij het bespelen van een muziekinstrument. Hieronder beschrijf ik een casus waarbij dit het geval was.

Casus

16 jarige fervent amateur violiste, VWO leerling, neven hobby hockey. Distale radius fracture (Salter Harris 3), december 2013, welke conservatief is behandeld. Patiënte kwam 2017 via het Medisch Centrum voor Dansers en Musici bij ons op de muziekwinkel, omdat ze ulnaire pijn had bij vioolspelen. Bij onderzoek waren de TFCC testen positief (compressie test en fovea sign). In eerste instantie is zij conservatief behandeld, met wrist widget, specifieke mobilisatie voor supinatie en polsstabilisatie oefeningen. Echter bij vioolspelen in de hogere posities, waarbij maximale supinatie nodig is, bleven de klachten aanwezig. Nader onderzoek (MRI) wees uit dat er sprake was van een TFCC laesie. Daar de groeischijven nog duidelijk in beeld waren is een operatie uitgesteld. Augustus 2018 is uiteindelijk bij patiënte een reïnsertie van het TFCC uitgevoerd. Nabehandeling was standaard en drie maanden postoperatief was patiënte weer in staat om zonder pijn en beperkingen viool te spelen, ook in de hogere posities.

Literatuurverwijzing

- 1) Winspur I, Butler K, Restoring Wrist Rotation in Injured Pianists and Violinists. Med Probl Perform Art 2009;24:88–90.
- 2) Lötters F. Geluiden uit de orkestbak. Een biopsychosociaal model voor musici. Fysiopraxis. 2016;25(4):10-13.



3D geprinte handorthesen: een pilotstudie ten aanzien van patiënttevredenheid, functionaliteit en productietijd

Door: Tanja Oud, ergotherapeut / handtherapeut CHT-NL, afdeling Revalidatie, Amsterdam UMC, locatie AMC – Amsterdam

Achtergrond: Mensen met chronische pols- en handklachten (CPHK) krijgen vaak een orthese voorgeschreven. Deze orthesen worden met de hand vervaardigd op basis van een gipsmodel. Door technologische ontwikkelingen kan het 3D-printen toegepast worden bij het vervaardigen van handorthesen. Dit heeft mogelijk voordelen ten opzichte van de traditionele methode.

Doel: In deze pilotstudie is de patiënttevredenheid, functionaliteit en productietijd van 3D geprinte (3D) handorthesen voor langdurig gebruik vergeleken met conventionele handorthesen bij patiënten met CPHK.

Methode: Voor 10 patiënten met CPHK (1 man, gemiddelde (SD) leeftijd: 52.1 (17.6) jaar) werd naast de conventionele handorthese een 3D handorthese vervaardigd. Elke orthese werd gedurende één week gedragen, waarna patiënten een online vragenlijst invulden die 10 tevredenheidsitems onderzocht met betrekking tot comfort, bruikbaarheid en esthetiek van de orthese (gescoord op een 5-punts Likert-schaal). Ook werd de functionaliteit door de patiënten beoordeeld en gaven patiënten aan welke orthese de voorkeur had. Verder werd de productietijd geregistreerd.

Resultaten: De scores ten aanzien van tevredenheid voor de 3D orthesen verschilden niet van de conventionele orthesen, behalve voor het comfort-item "scannen versus gipsen", dat een significant hogere tevredenheid scoorde voor de 3D orthese (mediaan [IQR] score: 5 [0.0]) versus 4 [2.0], $p = 0,034$). Acht van de 10 patiënten ervoeren gelijke of betere functionaliteit met de 3D orthese en vijf patiënten gaven de voorkeur voor de 3D orthese. De gemiddelde (SD) productietijd voor de 3D orthesen (112 (11.0) min) was significant korter in vergelijking met die van conventionele orthesen (239 (29.2) min, $p = 0.001$).

Conclusie: Uit deze pilotstudie blijkt dat mensen met chronische pols- en handklachten de scantechniek voor het vervaardigen van een 3D orthese comfortabeler vinden dan de conventionele gipstechniek en het merendeel ervaart een vergelijkbare of betere functionaliteit van de 3D orthese. De productietijd was gehalveerd. 3D printen zou dus overwogen kunnen worden bij het vervaardigen van handorthesen voor mensen met chronische pols- en handklachten.

Literatuurverwijzing

1) Kim SJ, Kim SJ, Cha YH, et al. Effect of personalized wrist orthosis for wrist pain with three-dimensional scanning and printing technique: A preliminary, randomized, controlled, open-label study. *Prosthet Orthot Int* 2018; 42: 636-643. 2018/07/17. DOI: 10.1177/0309364618785725.

2) Chen YJ, Lin H, Zhang X, et al. Application of 3D-printed and patient-specific cast for the

treatment of distal radius fractures: initial experience. 3D Print Med 2017; 3: 11. 2017/01/01. DOI: 10.1186/s41205-017-0019-y.

3) Guida P, Casaburi A, Busiello T, et al. An alternative to plaster cast treatment in a pediatric trauma center using the CAD/CAM technology to manufacture customized three-dimensional-printed orthoses in a totally hospital context: a feasibility study. J Pediatr Orthop B 2019; 28: 248-255. 2019/02/16. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000589.

4) Wang K, Shi Y, He W, et al. The research on 3D printing fingerboard and the initial application on cerebral stroke patient's hand spasm. Biomed Eng Online 2018; 17: 92. 2018/06/27. DOI: 10.1186/s12938-018-0522-4.



“Out of the box” met SL letsel

Door: Dr. Annemiek J. Videler,
fysiotherapeut / handtherapeut CHT-NL,
Hand & Pol Centrum Amsterdam –
Amsterdam

Onderwerp: SL letsels en revalidatie

In deze presentatie wordt een korte introductie gegeven van de anatomie, kinematica en pathologie van het SL-ligament. Daarnaast wordt uitgebreid ingegaan op de huidige inzichten bij de revalidatie van patiënten met SL ligament letsel.

Literatuurverwijzing

1) Wolff AL, Wolfe SW. Rehabilitation for scapholunate injury: Application of scientific and clinical evidence to practice. J Hand Ther 2016;29:146-153.

2) Crawford K, Owusu-Sarpong N, et al. Scapholunate Ligament Reconstruction. A critical analysis review. JBJS Reviews. 2016;4(4):e4.

3) Anderson H, Fracs GH. Orthotic intervention incorporating the dart-thrower's motion as part of conservative management guideline for treatment of scapholunate injury. J Hand Ther 2016;29:199-204.

**Nog handiger**

Door: Marije Ravensbergen - Oudman, ergotherapeut / handtherapeut CHT-NL, afdeling Revalidatie Radboudumc – Nijmegen

Onderwerp: Tips & tricks bij het maken van dynamische MCP-extensie-orthesen en het (ver)maken van drukhandschoenen. Hoe doe ik het?

In deze presentatie wordt door veel beeldmateriaal getoond op welke verschillende manieren en met welke materialen mechanisch goed werkende MCP-extensiespalken gemaakt kunnen worden. Ook de wat minder gebruikelijke modellen worden getoond en er worden eenvoudige recepten aangereikt voor het vervaardigen ervan. Dit geldt ook voor het (ver)maken van drukhandschoenen.

Literatuurverwijzing

Orthotic Intervention for the Hand and Upper Extremity, Splinting Principles and Process. MaryLynn A. Jacobs, MS, OTR/L, CHT en Noelle M. Austin, MS, PT, CHT
Wolters Kluwer Health, Lippincott, Williams & Wilkins, 2014

**Validiteit en betrouwbaarheid van een hand-held dynamometer om rotatiekracht van de onderarm te meten**

Door: Elske Bonhof-Jansen, fysiotherapeut / ergotherapeut / handtherapeut CHT-NL & ECHT, MSc, klinisch epidemioloog, afdeling Handtherapie, Isala – Zwolle

Onderwerp: Onderzoekresultaten van de studie die is opgezet om de concurrente validiteit en de intra- en inter beoordelaarsbetrouwbaarheid van de BHWD, vergeleken met de Biodex®, te bepalen.

Letsels of operaties van de pols en onderarm kunnen de pronatie- of supinatie kracht van de onderarm beïnvloeden. Verminderde rotatie kracht is direct geassocieerd met verminderde functionaliteit van de onderarm.¹ Het objectiveren van (rotatie) kracht is belangrijk voor klinisch onderzoek en het in kaart brengen van de behandeluitkomsten.²⁻⁴ De twee voornaamste opties hiervoor zijn de Cybex of Biodex® en hand-held dynamometrie met de Baseline® Hydraulische Pols Dynamometer (BHWD). Een dynamometer zoals de Biodex®, is een kostbaar en ruimte innemend gecomputeriseerd instrument die het mogelijk maakt om op verschillende manieren spierkracht te meten.⁵ Dit instrument is

bewezen betrouwbaar en valide en wordt daarom beschouwd als de referentie standaard voor het testen van spierkracht.⁶⁻¹⁰ De BHWD is een klein draagbaar instrument dat makkelijk gebruikt kan worden tijdens manuele spierkracht testen. Het is een relatief goedkoop instrument welke weinig training vraagt alvorens gebruikt te worden.^{11,12} Klinimetrische eigenschappen van dit draagbare instrument zijn onbekend. De vraag is of de BHWD een geschikt instrument is om de pronatie- en supinatie kracht te meten in de klinische setting en of het de Biodex® kan vervangen. Een observationeel onderzoek is uitgevoerd met gezonde vrijwilligers met als doel het bepalen van de concurrente validiteit en de intra- en inter beoordelaarsbetrouwbaarheid van de BHWD vergeleken met de Biodex®.

Literatuurverwijzing

- 1) Souer JS, Lozano-Calderon SA, Ring D. Predictors of wrist function and health status after operative treatment of fractures of the distal radius. J Hand Surg Am 2008 Feb;33(2):157-163.
- 2) Reinking MF, Bockrath-Pugliese K, Worrell T, Kegerreis RL, Miller-Sayers K, Farr J. Assessment of quadriceps muscle performance by hand-held, isometric, and isokinetic dynamometry in patients with knee dysfunction. J Orthop Sports Phys Ther 1996 Sep;24(3):154-159.
- 3) Beasley WC. Influence of method on estimates of normal knee extensor force among normal and postpolio children. Phys Ther Rev 1956 Jan;36(1):21-41.
- 4) May LA, Burnham RS, Steadward RD. Assessment of isokinetic and hand-held dynamometer measures of shoulder rotator strength among individuals with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 1997 Mar;78(3):251-255.
- 5) Li RC, Jasiewicz JM, Middleton J, Condie P, Barriskill A, Hebnes H, et al. The development, validity, and reliability of a manual muscle testing device with integrated limb position sensors. Arch Phys Med Rehabil 2006 Mar;87(3):411-417.
- 6) Ly LP, Handelsman DJ. Muscle strength and ageing: methodological aspects of isokinetic dynamometry and androgen administration. Clin Exp Pharmacol Physiol 2002 Jan-Feb;29(1-2):37-47.
- 7) Knapik JJ, Wright JE, Mawdsley RH, Braun JM. Isokinetic, isometric and isotonic strength relationships. Arch Phys Med Rehabil 1983 Feb;64(2):77-80.
- 8) Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. Eur J Appl Physiol 2004 Jan;91(1):22-29.
- 9) Ellenbecker TS, Roetert EP, Riewald S. Isokinetic profile of wrist and forearm strength in elite female junior tennis players. Br J Sports Med 2006 May;40(5):411-414.
- 10) Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. PM R 2011 May;3(5):472-479.
- 11) Johansson FR, Skillgate E, Lapauw ML, Clijmans D, Deneulin VP, Palmans T, et al. Measuring Eccentric Strength of the Shoulder External Rotators Using a Handheld Dynamometer: Reliability and Validity. J Athl Train 2015 Jul;50(7):719-725.
- 12) Kelln BM, McKeon PO, Gontkof LM, Hertel J. Hand-held dynamometry: reliability of lower extremity muscle testing in healthy, physically active, young adults. J Sport Rehabil 2008 May;17(2):160-170.