

ZANESLJIVOST MERJENJA ANTEVERZIJE VRATU STEGNE NICE PRI OTROCIH S CEREBRALNO PARALIZO

RELIABILITY OF FEMORAL NECK ANTEVERSION MEASUREMENT IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

Marta Gorišek Humar, dipl. fiziot., asist. mag. Katja Groleger Sršen, dr. med., doc. dr. Gaj Vidmar, univ. dipl. psih., viš. pred. mag. Mirosljub Jakovljevič, viš. fiziot., univ. dipl. org. *, Ana Klemen, dipl. fiziot., Irena Vrečar, dipl. fiziot., Monika Dolinar, dipl. fiziot., Igor Tomšič, dipl. org., mag. Janez Krajnik, univ. dipl. inž. fiz.

Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana

*Oddelek za fizioterapijo, Zdravstvena fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana

Izvleček

Izhodišča:

Ena od pogostih skeletnih nepravilnosti pri otrocih s cerebralno paralizo (CP) je povečana anteverzija vratu stegenice (AVS). Med kliničnim pregledom lahko AVS pri otrocih s CP ocenimo, če merimo, opazujemo in primerjamo pasivne obsege gibov notranje in zunanje rotacije v kolkih, in s pomočjo kliničnega testa za merjenje kota anteverzije vratu stegenice (angl. Trochanteric Prominent Angle Test – TPAT). Naš namen je bil oceniti zanesljivost obeh metod za določanje AVS med kliničnim pregledom pri otrocih s CP.

Metode:

V študijo smo vključili otroke s CP, ki so bili vključeni v ambulantno ali bolnišnično rehabilitacijsko obravnavo na otroškem oddelku URI-Soča med decembrom 2009 in junijem 2010. Pri vsakem od otrok smo opravili štiri serije meritev, ki so jih izvajale štiri fizioterapevtke. Vsaka serija je vključevala goniometrično meritev pasivnega obsega giba notranje in zunanje rotacije v kolku ter tri zaporedne meritve kota AVS z metodo TPAT na obeh spodnjih udih.

Rezultati:

V raziskavi je sodelovalo 31 otrok, 14 dečkov in 17 dekl�ic, povprečno starih devet let. Vsi intraklasni korelacijski koeficienti, ki smo jih uporabili za oceno zanesljivosti preiskovalca in oceno zanesljivosti med preiskovalci za merjene kota AVS ter pasivnega obsega giba notranje in zunanje rotacije levo in desno, so bili visoki (0,7 do 0,9).

Abstract

Background:

One of the skeletal abnormalities frequently found in children with cerebral palsy (CP) is increased femoral neck anteversion (FNA). During clinical examination, FNA can be estimated in children with CP if passive range of motion (ROM) of internal and external hip rotation is measured, observed and compared, as well as by using the Trochanteric Prominent Angle Test (TPAT). The aim of the study was to assess reliability of the two methods for estimating FNA during clinical examination in children with CP.

Methods:

The participants were children with CP treated as out-patients or in-patients at the children's department of the University Rehabilitation Institute in Ljubljana between December 2009 and June 2010. Four series of measurements were performed with each child by four physiotherapists. Each series included goniometric measurement of passive ROM of internal and external hip rotation, followed by three consecutive measurements of FNA angle using the TPAT on both lower limbs.

Results:

Thirty-one children participated, 14 boys and 17 girls, aged 9 years on average. All the intra-class correlation coefficients, which were used for assessing intra- and inter-rater reliability of FNA angle measurement and passive ROM of internal and external hip rotation on the right and left side, were high (0.7 to 0.9).

Zaključki:

Rezultati kažejo, da sta metodi za določanje kota AVS med kliničnim pregledom pri izbrani populaciji bolnikov zanesljivi. Kot taki sta primerni in uporabni v klinični praksi v procesu rehabilitacije.

Ključne besede:

cerebralna paraliza, anteverzija vratu stegenice, klinične meritve, zanesljivost

Conclusion:

The results show that the methods for determining FNA angle during clinical examination in the addressed population are reliable. Hence, they are suitable and useful for clinical practice within rehabilitation.

Key words:

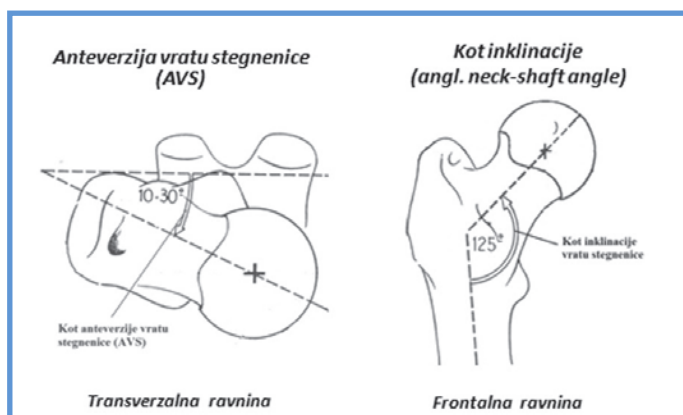
cerebral palsy, femoral anteversion, clinical measurement, reliability

UVOD

Cerebralna paraliza (CP) je najpogostejši vzrok za nastanek motenj v otrokovem gibalnem razvoju. V razvitih državah je pojavnost cerebralne paralize ocenjena na okoli 2 primera na 1000 živorojenih otrok (1). Pomemben delež predstavljajo nedonošenčki, saj jih zaradi boljše neonatalne intenzivne terapije več preživi, poleg tega pa narašča tudi število večplodnih nosečnosti zaradi postopkov umetne oploditve (2).

Pri otrocih z zgodnjo okvaro osrednjega živčevja so zmanjšane zmožnosti na področju funkcioniranja zaradi primarne nevrološke prizadetosti in sekundarnih mišično-skeletnih nepravilnosti (3). Ena od pogostih skeletnih nepravilnosti pri otrocih s CP je povečana anteverzija vratu stegenice (AVS).

Anteverzija vratu stegenice ali antetorzija stegenice je izraz, s katerim opisujemo geometrijski odnos med vratom in diafizo stegenice. Pri odraslem človeku tvori os vratu stegenice v transverzalni ravnini ostri kot od 10 do 30° z interkondilarno osjo (tj. osjo, ki teče skozi zadajšnja dela kondilov stegenice), v frontalni ravnini pa topi kot od 120 do 125° z osjo, ki teče skozi diafizo stegenice (slika 1) (4). Oba elementa, tako kot anteverzije ali zasuka kot tudi kot inklinacije (angl. neck-shaft angle), vplivata na stabilnost kolčnega sklepa in normalno hojo (1, 5-7).



Slika 1: Odnos med vratom in diafizo stegenice določata dva elementa: anteverzija vratu stegenice (AVS) in kot inklinacije (angl. neck-shaft angle) (4).

Pri zdravih odraslih so povprečne vrednosti kota AVS med 8 in 15° (8, 9). Ženske imajo v povprečju nekoliko večji kot anteverzije kot moški. Pri novorojenčku meri kot AVS okoli 40° (8, 10, 11). Če v času rasti otroka na proksimalni del stegenice delujejo ustrezne mehanske obremenitve, se kot AVS zmanjša do vrednosti, ki jih ima odrasel človek (10). Cusick in Stuberger (12) ter Robin in sodelavci (1) v študijah navajajo, da zmanjševanje kota AVS sledi eksponentni krivulji, kar pomeni, da se kot najbolj preoblikuje v prvih letih življenja. Razlike med spoloma so opazne že v otroštvu. Iz literature lahko povzamemo, da imajo deklice večjo AVS kot enako stari dečki (13-18).

Mnogo dejavnikov v prenatalnem in postnatalnem obdobju otroka vpliva na rast in oblikovanje kosti: genski zapis, spol, hormonsko stanje, prekrvitev skozi kostno tkivo in rastne plosčice, prehrana, razpoložljivost vitaminov in mineralov v telesu, vplivi okolja in mehanske obremenitve. Študije so potrdile, da prav mehanske obremenitve v obdobju enhondralne rasti zelo vplivajo na končno notranjo in zunanjo strukturo kosti (10, 19). Razvoj normalne strukture kosti pa je pogoj, da bo kost lahko opravljala svoje biomehanske funkcije (20).

Zaradi posebne razporeditve proteinov v hrustančnem tkivu in kostnini so se otroške kosti sposobne plastično preoblikovati. To pomeni, da se lahko pod vplivom mehanskih obremenitev oblikujejo in preoblikujejo. Najpomembnejše so obremenitve zaradi sile teže, mišičnega vleka in sil pasivnih elastičnih struktur (vezi). Raztezne, tlačne in torzijske sile morajo delovati na kost s pravo močjo, v pravi smeri, na pravem mestu. Pomemben dejavnik pri rasti kosti je tudi trajanje delovanja sil (10).

Gage (11) navaja, da je mehanizem, ki povzroči zmanjševanje kota AVS, ekstenzija kolka proti iliofemoralni vezi (ligamentu). Z razvojem vzorcev vzdrževanja pokončne drže začne otrok potiskati kolčne sklepe v polno ekstenzijo, ob tem pa »mehka« vrat in glava stegenice pritiskata ob sprednjo iliofemoralno vez. Velikost kota AVS se začne zato zmanjševati. Preoblikovanje se nato nadaljuje pod vplivom kinetičnih in kinematičnih vzorcev hoje.

Pri otrocih z zgodnjo okvaro osrednjega živčevja pa do normalnega fiziološkega procesa preoblikovanja proksimalnega dela stegenice pogosto ne pride. Po mnenju strokovnjakov (1, 2, 5, 6, 11) so glavni patološki dejavniki, ki onemogočajo ali zavirajo proces zmanjševanja kota AVS, mišično neravnovesje, povečan mišični tonus, zakasnen začetek samostojne hoje ali nezmožnost hoje. Ti dejavniki ustvarjajo neustrezne (nefunkcionalne) mehanske obremenitve kosti v obdobju enhondralne rasti, kar povzroči deformacije (10, 19, 21) (slika 2). Neustrezni habitualni položaji med spanjem in sedenjem (npr. navada sedenja na tleh v obliki črke W), splošna ohlapnost sklepov ter nenormalni kinetični in kinematični vzorci hoje so spremljajoči dejavniki, ki vplivajo na nastanek ali nadaljnji razvoj torzijskih nepravilnosti v dolgih kosteh in rotacijskih anomalij v sklepih spodnjih udov (1, 2, 5, 6, 11). Pri otrocih s težjo obliko CP je izrazito povečana anteverzija vratu stegenice pogosto povezana z displazijo kolka in posledično nestabilnostjo, dislokacijo ali subluksacijo kolka (22, 23).

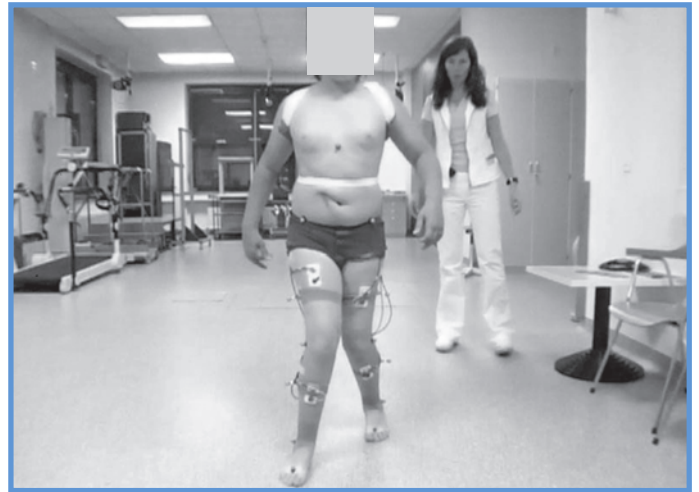


Slika 2: Prikaz normalne (leva stegnenica) in povečane AVS (desna stegnenica); vir: http://www2.massgeneral.org/ortho/Pediatric_InToe.htm.

Povečan kot AVS ustvarja neustrezne biomehanske razmere v kolčnem sklepu med vzdrževanjem pokončnih posturalnih vzorcev in vodi do neustreznih kinematičnih in kinetičnih vzorcev med dinamičnimi aktivnostmi, kot je na primer hoja. K ustvarjanju neugodnih biomehanskih razmer prispeva tako zmanjšano prileganje sklepnih ploskev kolka kot disfunkcija navorne ročice abduktornih mišic kolka (11). Otroci s povečano AVS zasukajo stegnenico navznoter in nagnejo medenico naprej, zato da izboljšajo fiziološko prileganje med glavico stegenice in sklepno jamico kolčnice. To spodbuja nastanek vzorca hoje z navznoter obrnjenimi stopali (angl. in-toeing) in pretirano poudarjeno ledveno lordozo. Ta vzorec pogosto opažamo pri otrocih s cerebralno paralizo, lahko pa se razvije tudi pri otrocih brez nevrološke okvare (11).

Povečana AVS pri otrocih s CP sproži nastanek vrste kompenzacijskih mehanizmov, ki lahko sčasoma izgubijo svoj zaščitni pomen, ker vodijo v nastanek ali nadaljnji razvoj mišično-skeletnih nepravilnosti in povzročajo dodatne motnje gibanja (1, 2, 5, 6, 11, 24). Patološke spremembe začnejo nastajati v sosednjih segmentih v transversalni ravnini (zunanja tibialna torzija). Pogosto so pridružene še nepravilnosti v sagitalni ravnini (oslabljen odziv) ter v frontalni ravnini (funkcionalni valgus kolen, planovalgus). Pojav kompenzacijskih torzijskih deformacij v spodnjem udu (npr. zunanja tibialna torzija) ob izrazito povečani

AVS imenujemo angleško »malalignment syndrome«, ki vključuje nenormalne položaje sklepov in/ali deformacije v kosteh (slika 3) (11).



Slika 3: Prikaz otroka s cerebralno paralizo med tridimenzionalno računalniško meritvijo hoje z izrazitim sindromom »malalignment« (»crouch gait«; vir: Kineziološki laboratorij URI-Soča)

Tridimenzionalno strukturo proksimalnega dela stegenice je težko izmeriti in jo lahko le klinično in radiološko opazujemo in merimo (1). Vpliv nenormalne AVS na funkcijske lastnosti spodnjega uda in na hojo pa lahko preučujemo s tridimenzionalno računalniško analizo hoje.

Mnogi raziskovalci (22, 25-27) so anatomski kot AVS določali z osteometričnimi metodami na prepariranih kolkih trupel odraslih ali na biomehanskih modelih. Ob tem so preverjali veljavnost in natančnost različnih slikovnih tehnik za merjenje kota AVS. Prva uporabljena slikovna metoda za določanje kota AVS je bila radiografija v dveh ravninah (angl. biplanar plain radiographs). Najpogosteje je bila uporabljena metoda po Magilligenu (22).

Robin in sodelavci (1) ter Chung in sodelavci (28) navajajo, da merjenje kota inklinacije vratu stegenice z anteroposteriorno radiografsko tehniko ni natančno, če je AVS izrazito povečana. Povečana AVS na rentgenskem posnetku poveča kot inklinacije. Anteverzija vratu stegenice se superponira na kot inklinacije. Predlagajo, da bi lahko kot inklinacije natančno merili v položaju notranje rotacije v kolku za toliko stopinj, kot meri kot AVS.

Okoli leta 1970 je dvo- in tridimenzionalna osna račun(alniška) ska tomografija (angl. computed tomography – CT) nadomestila RTG tehniko in postala standardna metoda za natančno slikanje in merjenje AVS (22). CT kot metodo za merjenje AVS je natančno opisal Murphy (25).

Danes lahko iz strokovne literature povzamemo, da ima slikanje z magnetno resonanco (angl. magnetic resonance imaging – MRI) kar nekaj prednosti pred CT. Pri MRI ne

uporabljajo ionizirajočega sevanja, hkrati pa MRI omogoča orientacijo slikovnih ravnin oziroma prerezov vzporedno z osjo vratu stegenice. To izboljšuje prikaz osi vratu stegenice in omogoča določitev boljšega anatomskega približka resnične osi, ki poteka skozi vrat stegenice (29, 30). Zato je MRI postala nova standardna metoda za anatomsko prikazovanje mišično-skeletnega sistema in še posebno za ovrednotenje AVS (23). Slabi strani te tehnike sta, da je zamudna in draga. Uporabo MRI priporočajo pri otrocih za določanje natančne vrednosti AVS pred derotacijsko osteotomijo (29).

Kulig in sodelavci (23) so dokazovali sočasno veljavnost med ultrazvočnim slikanjem (UZ) in MRI (zlati standard). Ugotovili so, da je uporaba ultrazvoka za določanje kota AVS pri odraslih veljavna, zanesljiva, varna, ni draga in je klinično sprejemljiva. Med preiskavo bolnik leži na hrbtu. Ta položaj preiskovalcu omogoča dober prikaz ustreznih anatomskih točk stegenice in odčitavanje kota nagiba z inklinometrom. Pri populaciji, pri kateri so koti anteverzije večji od 35°, kot na primer pri novorojenčkih in majhnih otrocih ter otrocih z živčno-mišičnimi motnjami, so meritve manj zanesljive.

Za večino slikovnih tehnik je AVS najpogosteje definirana kot kot, ki ga tvorita proksimalna os vratu stegenice in distalno interkondilarna os (tangenta na zadnja dela kondilov stegenice).

Med kliničnim pregledom lahko anteverzijo ocenimo, če opazujemo, merimo in primerjamo obsege pasivnih gibov notranje in zunanje rotacije v kolkih. Metoda ni zanesljiva pri otrocih do tretjega leta starosti, ko zunanja rotacija presega notranjo, kar prikriva fiziološko povečano AVS (31). Mehke strukture kolka se postopno raztegujejo in anteverzija postaja klinično bolj očitna. Pri zdravih otrocih po tretjem letu starosti postanejo povprečne vrednosti notranje in zunanje rotacije v kolkih skoraj simetrične (8,

5, 32). Otroci z izrazito povečanim kotom AVS pa imajo običajno večjo notranjo rotacijo in manjšo zunanjo rotacijo v kolku (slika 4). Skupni obseg pasivne notranje in zunanje rotacije v kolku ostaja po navadi tak, kot ga imajo zdravi otroci (33).

Gelberman in sodelavci (14) so merili rotacije v kolčnem sklepu pri dveh različnih položajih kolka. Ugotovili so, da povečana notranja rotacija, ki presega vrednosti zunanje pri iztegnjenem in pokrčenem kolku (90°), bolje napove, da je AVS povečana, kot samo pri iztegnjenem kolku.

Poleg anatomske konfiguracije stegenice na rotacijske gibe v kolku vplivajo še: položaj preiskovanca med meritvijo, skrajšave mehkotivnih obklesnih struktur (sklepna ovojnica, vezi, mišice), povečana ohlapnost veziva, nenormalen mišični tonus pri otrocih s CP in še mnogo drugega (nenormalna acetabularna anteverzija, inklinacija medenice, osteoartritis kolka) (14). Ti dejavniki hkrati zmanjšujejo napovedno vrednost omenjene metode.

Druga metoda za določanje kota AVS med kliničnim pregledom, opisana v strokovni literaturi, je test za merjenje kota anteverzije vratu stegenice (Trochanteric Prominent Angle Test – TPAT) (6, 34). Sinonima sta Craigov test in metoda po Ryderju (angl. Craig Test, Ryder Method). Z metodo TPAT lahko izmerimo in tako razmeroma natančno ocenimo kot AVS.

Med izvajanjem testa TPAT preiskovanec leži na trebuhu, kolka sta iztegnjena, merjeni spodnji ud je pokrčen v kolenu za 90°. Preiskovalec stoji na kontralateralni strani, z eno roko izvaja pasivne gibe v smeri notranje in zunanje rotacije v



Slika 4: Opazovanje pasivnih gibov notranje in zunanje rotacije v kolčnem sklepu pri otroku s CP: zmanjšana zunanja rotacija (desno) in povečana notranja rotacija (levo) napovedujeta povečano AVS pri otroku s CP (vir: Kineziološki laboratorij URI-Soča).

kolku, medtem ko z drugo roko tipa veliki trohanter in išče položaj, v katerem je kostna prominenca velikega trohantra v najbolj lateralni točki. To je položaj, ko naj bi bila os vratu stegenice vzporedna s podlago. V tej točki drugi preiskovalec izmeri kot med osjo, ki teče pravokotno na podlago skozi podaljšano navpično os gibanja, in osjo, ki teče od apeksa patele do anteriorne intermaleolarne točke na koži, kar predstavlja kot anteverzije oz. zasuka vratu stegenice. Kot izmerimo z goniometrom (34).

Znano je, da sta elementa, ki zmanjšujeta veljavnost in zanesljivost metode TPAT, čezmerna telesna teža preiskovanca in intrakapsularne adhezije v kolku po morebitnih prejšnjih operativnih posegih v predelu kolka (6, 34). Šibka točka pri izvajanju kliničnega testa TPAT je tipanje prominence velikega trohantra (35). Zaradi spastičnosti in raznovrstnih mišično-skeletnih nepravilnosti so lahko klinične meritve kota AVS pri otrocih s CP manj natančne in zanesljive. V strokovni literaturi ni mogoče najti veliko podatkov o zanesljivosti tega načina merjenja kota AVS pri otrocih s CP. Zato je bil osnovni namen študije ugotoviti zanesljivost metode TPAT za merjenje kota AVS pri otrocih s CP. Hkrati smo želeli ugotoviti tudi zanesljivost za goniometrično merjenje pasivnih obsegov gibov notranje in zunanje rotacije v kolku pri otrocih s CP.

METODE

Starši otrok, ki so sodelovali v raziskavi, so po tem, ko smo jih pisno in ustno seznanili z namenom, načrtom in metodami raziskovalne naloge, podpisali pisno soglasje za sodelovanje otroka v raziskavi. Raziskavo je 26. novembra 2009 odobrila Komisija za medicinsko etiko na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu (URI-Soča).

Preiskovanci

V raziskavi je sodelovalo 31 otrok s CP, 14 dečkov in 17 deklic.

Merila za vključitev v študijsko skupino so bila:

- podpisano soglasje staršev otrok, ki so sodelovali v raziskavi,
- postavljena diagnoza: cerebralna paraliza,
- starost otrok od 3 do 18 let,
- vključenost v ambulantno ali bolnišnično rehabilitacijsko obravnavo na otroškem oddelku URI-Soča med decembrom 2009 in junijem 2010.

Merila za izključitev iz študijske skupino so bila:

- otroci, pri katerih klinične meritve po protokolu niso bile izvedljive zaradi izrazitih kontraktur v spodnjih udih in/ali izrazito povečanega mišičnega tonusa,
- nesodelovanje otroka,
- čezmerna telesna teža otroka.

Preiskovalci

V raziskavi so sodelovale štiri fizioterapevtke, zaposlene na URI-Soča, z večletnimi izkušnjami s področja diagnostične in terapevtske obravnave otrok s CP. Preiskovalke so se usposobile za izvajanje metode TPAT za merjenje kota AVS po protokolu, natančno opisanem v literaturi (21, 34). Vse meritve so izvajale v paru.

- V prvem paru (1) sta bili fizioterapevtki, ki sta metodo TPAT uporabljali dve leti – kot sestavni del klinične ocene mišično-skeletnega sistema pred izvedbo tridimenzionalne računalniške analize hoje.
- V drugem paru (2) pa fizioterapevtki, ki sta metodo TPAT uporabljali občasno eno leto – kot del klinične ocene otroka s CP ob začetku in na koncu nevrorehabilitacijske obravnave.

Prva preiskovalka v paru je izvajala pasivne gibe in določala položaj za meritev, druga je ustrezno namestila kotomer in odčitala ter zapisala vrednosti kotov na posebne obrazce. Pred pričetkom zbiranja podatkov so preiskovalke preverile izvedbo metode za merjenje kota AVS pri treh osebah, primerjale rezultate in se strinjale z izbrano metodo merjenja.

Protokol dela

Pri vsakem preiskovancu, ki je bil vključen v raziskavo, smo izvedli štiri serije meritev. Vsaka serija meritev je vsebovala:

- meritev pasivnega obsega giba notranje rotacije v kolku,
- meritev pasivnega obsega giba zunanje rotacije v kolku,
- tri zaporedne meritve kota AVS z metodo TPAT.

Meritve so bile vedno izvedene po zgoraj opisanem vrstnem redu, najprej na enem spodnjem udu in nato na drugem. Meritev pasivnega obsega giba notranje in zunanje rotacije v kolku je bila izvedena enkrat. Vsaka meritev kota AVS z metodo TPAT pa je zajemala tri zaporedne ponovitve izvedbe testa, nato je bila izračunana povprečna vrednost kota. Vrednosti, izmerjene v štirih serijah meritev, smo zapisovali na štiri ločene obrazce.

Prva serija meritev:

- Kraj merjenja: laboratorij za biomehanske in kineziološke meritve.
- Preiskovalki: prvi par preiskovalk (1a, 1b).
- Izvedba: prva preiskovalka v prvem paru (1a) je izvajala pasivne gibe in določala položaj za meritev, druga preiskovalka v prvem paru (1b) je ustrezno namestila kotomer in odčitala ter zapisala vrednosti kotov.

Druga serija meritev:

- Kraj merjenja: laboratorij za biomehanske in kineziološke meritve.

- Preiskovalki: prvi par preiskovalk (1b, 1a).
- Izvedba: druga preiskovalka v prvem paru (1b) je izvajala pasivne gibe in določala položaj za meritev, prva preiskovalka v prvem paru (1a) je ustrezno namestila kotomer in odčitala ter zapisala vrednosti kotov.

Druga serija meritev je vedno sledila prvi seriji meritev. Prva preiskovalka v paru (1a) ni bila seznanjena z vrednostmi, ki jih je odčitala in zapisala druga preiskovalka (2a).

Tretja serija meritev:

- Kraj merjenja: prostori navrofizioterapije na oddelku za rehabilitacijo otrok.
- Preiskovalki: drugi par preiskovalk (2a, 2b).
- Izvedba: prva preiskovalka v drugem paru (2a) je izvajala pasivne gibe in določala položaj za meritev, druga preiskovalka v drugem paru (2b) je ustrezno namestila kotomer in odčitala ter zapisala vrednosti kotov.

Časovni interval med prvo in tretjo ter drugo in tretjo serijo meritev nikoli ni bil daljši od 150 dni (povprečje 10 dni; mediana 0 dni). Drugi par preiskovalk ni bil seznanjen z rezultati meritev prvega para in obratno.

Četrta serija meritev:

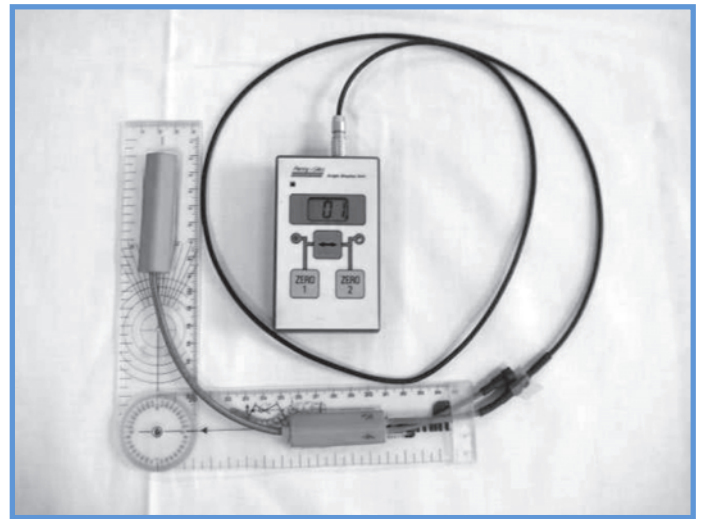
- Kraj merjenja: laboratorij za biomehanske in kineziološke meritve.
- Preiskovalki: prvi par preiskovalk (1a, 1b).
- Izvedba: prva preiskovalka v prvem paru (1a) je izvajala pasivne gibe in določala položaj za meritev, druga preiskovalka v prvem paru (1b) je ustrezno namestila kotomer in odčitala ter zapisala vrednosti kotov.

Četrta serija meritev je sledila prvi najmanj po enem dnevu premora, da bi preprečili priklic rezultata iz prvega merilnega dogodka, in največ 150 dni (povprečno 22 dni; mediana 7 dni). Med potekom preiskave nihče od preiskovancev ni bil deležen kirurških ortopedskih posegov na spodnjih udih.

Merilni instrument

Za merjenje kota AVS in pasivnega obsega giba notranje in zunanje rotacije v kolku smo uporabljali univerzalni plastični goniometer z 18 cm dolgo ročico (Baseline, New York, ZDA), ki smo ga opremili z elektrogoniometrom (dvoosni uporovni goniometer XM180 Twin axis goniometer; prozvajalec Penny & Giles Biometrics LTD, Gwent, UK). Elektrogoniometer smo pritrdili na ročni goniometer, ki dovoljuje gibanje osi goniometra v eni ravnini (slika 5). Elektrogoniometer nam je omogočil odčitavanje kota na ekranu v obliki digitalne številke. Pred vsako serijo meritev smo goniometra umerili in nastavili ničle. Kotne stopinje na plastičnem in elektrogoniometru so se ujemale do stopinje natančno. Takšna izvedba goniometra je omogočila lažje, hitrejše in natančnejše odčitavanje izmerjenih kotov in optimalno prilagoditev na razmere v merilnem protoko-

lu, upoštevajoč veliko število ponovitev meritev pri enem preiskovancu, ki je bil v našem primeru otrok, z določeno stopnjo spremembe v mišičnem tonusu. Kote smo izmerili do stopinje natančno.



Slika 5: Merilni instrument (vir: Kineziološki laboratorij URI-Soča).

Merilne metode

Meritve pasivnega obsega giba notranje in zunanje rotacije v kolčnem sklepu smo izvedli po protokolu, ki sta ga opisala Jakovljevič in Hlešč (36). Preiskovanec je ležal na trebuhu, merjeni spodnji ud je bil v ničelnem položaju v kolku in pokrčen v kolenu za 90°, drugi ud pa je bil iztegnjen v kolku in kolenu. Meritev sta izvajali dve preiskovalki. Prva preiskovalka je stala na kontralateralni strani, z eno roko je stabilizirala medenico ob podlago, medtem ko je z drugo roko izvajala pasivni gib notranje in zunanje rotacije v kolku. Os kotomera je bila v podaljšani osi gibanja in je ležala na vrhu pogačice (kar smo označili), negibljivi krak kotomera je bil vzporeden s podlago (za natančnejšo meritev je bil naslonjen na podlago), gibljivi krak pa je bil usmerjen na sredino med maleola (točko smo označili).

Meritve kota AVS po metodi TPAT so bile izvedene po protokolu, ki so ga opisali Ruwe in sodelavci (34) in Trost (21) (slika 6). Tudi med merjenjem kota AVS po metodi TPAT je preiskovanec ležal na trebuhu, merjeni spodnji ud je bil v ničelnem položaju v kolku in pokrčen v kolenu za 90°, drugi ud pa je bil iztegnjen v kolku in kolenu. Meritve sta izvajali dve preiskovalki. Prva preiskovalka je stala na kontralateralni strani, z eno roko je tipala veliki trohanter stegenice, medtem ko je z drugo roko v kolku izvajala pasivne gibe v smer notranje in zunanje rotacije in iskala položaj, v katerem je bila kostna prominenca velikega trohantra v najbolj lateralni točki. To je bil položaj, v katerem naj bi bila os vratu stegenice vzporedna s podlago. V tej točki je druga preiskovalka z goniometrom izmerila kot med resnično navpično osjo (os, ki teče pravokotno na podlago

skozi podaljšano navpično os gibanja) in osjo, ki je tekla od apeksa pogačice do anteriorne intermaleolarne točke na koži, kar je predstavljalo kot verzije vratu stegenice.



Slika 6: Prikaz merjenja AVS po metodi TPAT – položaj fizioterapevtk in preiskovanca (vir: Kineziološki laboratorij URI-Soča).

Analiza podatkov in statistične metode

Za statistično analizo podatkov smo uporabili programski paket SPSS 15.0 za Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, 2007). Za kot AVS ter pasivni obseg giba notranje in zunanje rotacije levo in desno smo zanesljivost preiskovalca in zanesljivost med preiskovalci ocenili z intraklasnim korelacijskim koeficientom (dvosmerni naključni model za absolutno skladnost za posamezno meritev – ICC (2, 1)). Razliko med izmerjenimi vrednostmi smo preizkusili s testom t za parne vzorce.

Tabela 1: Ocene zanesljivosti ocenjevanja anteverzije vratu stegenice (AVS) po merilnem protokolu, ki je vključeval merjenje kota AVS ter merjenje notranje in zunanje rotacije v kolku levo in desno (ICC – intraklasni korelacijski koeficient).

Ocena zanesljivosti (seriji meritev)		med preiskovalkama (1. in 2. serija)		med preiskovalkama (1. in 3. serija)		preiskovalke (1. in 4. serija)		Povprečje ICC
Stran	Mera	ICC	p	ICC	13°	ICC	13°	
Levo	AVS	0,865	<0,001	0,833	<0,001	0,864	<0,001	0,854
	Notranja rot.	0,810	<0,001	0,872	<0,001	0,856	<0,001	0,846
	Zunanja rot.	0,918	<0,001	0,695	<0,001	0,770	<0,001	0,794
Desno	AVS	0,872	<0,001	0,866	<0,001	0,796	<0,001	0,845
	Notranja rot.	0,904	<0,001	0,874	<0,001	0,890	<0,001	0,889
	Zunanja rot.	0,892	<0,001	0,758	<0,001	0,806	<0,001	0,819

REZULTATI

V raziskavi je sodelovalo 31 otrok s cerebralno paralizo, starih med 3 in 17 let, povprečna starost 9 let (SD 3,6), od tega 14 dečkov, povprečno starih 9 let (SD 3,9) in 17 deklic, povprečno starih 9 let (SD 3,5).

Vsi intraklasni korelacijski koeficienti ICC (2, 1), ki smo jih uporabili za oceno zanesljivosti preiskovalke in oceno zanesljivosti med preiskovalkami za merjene kota AVS ter pasivnega obsega giba notranje in zunanje rotacije levo in desno, so bili visoki (0,7 do 0,9) in statistično značilno različni od nič (tabela 1). Vrednosti za oceno zanesljivosti posameznika smo dobili med prvo in četrto serijo meritev za prvo preiskovalko v prvem paru (1a). Vrednosti za oceno zanesljivosti med tremi preiskovalkami (1a, 1b, 2a) smo dobili med prvo, drugo in tretjo serijo meritev.

RAZPRAVLJANJE

Strokovnjaki poleg opazovanja, merjenja in primerjanja obsegov pasivnih gibov notranje in zunanje rotacije v kolku za določanje kota AVS med kliničnim pregledom uporabljajo tudi metodo TPAT (6, 21, 34).

Rezultati meritev so pokazali, da je metoda TPAT za merjenje kota AVS pri izbrani populaciji bolnikov zanesljiva. Interklasni korelacijski koeficienti za ovrednotenje zanesljivosti ocenjevalca in zanesljivosti med tremi ocenjevalci so bili visoki (0,80 do 0,87). Visoko zanesljivost ocenjevalca in zanesljivost med tremi ocenjevalci smo ugotovili tudi za goniometrično merjenje pasivnih obsegov gibov notranje rotacije v kolku, nekoliko manjša pa je bila za merjenje pasivnih obsegov gibov zunanje rotacije v kolku.

Predhodni študiji, ki sta preučevali zanesljivost klinične metode TPAT za merjenje kota AVS pri otrocih s CP (28, 34), sta potrdili zanesljivost meritev med ocenjevalci. Chung in sodelavci (28) so na vzorcu šestintridesetih otrok s CP izmerili povprečni ICC 0,81 za ovrednotenje zanesljivosti med tremi ocenjevalci, kar je primerljivo z našimi rezul-

tati (povprečni ICC 0,85 levo in ICC 0,87 desno). V petih objavljenih študijah (35, 37-40) so preučevali zanesljivost metode TPAT pri skupinah zdravih odraslih. Vsi ICC so se gibali med 0,78 in 0,94 za zanesljivost ocenjevalca in med 0,74 in 0,85 za zanesljivost med ocenjevalci. Jacquemier in sodelavci (18) so pri populaciji zdravih otrok ugotovili, da je zanesljivost ocenjevalca pri dveh zaporednih meritvah v dveh različnih dneh dobra, kar so preizkusili s testom *t* za odvisne vzorce, ki med dvema serijama meritev ni pokazal statistično značilne razlike v povprečni vrednosti ($p < 0,05$).

Prvo študijo ugotavljanja veljavnosti in zanesljivosti metode TPAT so opravili Ruwe in sodelavci leta 1992 (34). V študiji so poročali o visoki sočasni veljavnosti med TPAT in medoperativnim merjenjem AVS ter o dobri ponovljivosti meritev med dvema preiskovalcema. Po drugi strani so Davids in sodelavci (2002) v svoji študiji zaključili, da TPAT slabo določa kot AVS. Kasneje so veljavnost testa dokazovali še nekateri drugi avtorji (28, 35, 39-42). Pri tem so izmerjene vrednosti kota AVS po metodi TPAT primerjali z vrednostmi kota AVS, ki so jih izmerili z različnimi slikovnimi tehnikami (CT, MRI, UZ). Veljavnost meritev so prikazovali in vrednotili z različnimi statističnimi metodami. Vsi omenjeni avtorji so v študijah zaključili, da klinična metoda statistično značilno korelira z referenčnimi vrednostmi in bi jo zato lahko uporabljali kot klinično presejalno orodje in za opis stanja pri preiskovancu.

Osnovni namen klinične ocene kota AVS pri otrocih z nevrološkimi okvarami je prepoznavanje patoloških mehanizmov, vzrokov in posledic različnih gibalnih motenj. Podatek o kotu AVS je samo delček, ki pripomore k boljši oceni kliničnega stanja otrok s CP, po drugi strani pa nam lahko olajša izbiro rehabilitacijskih postopkov, pripomočkov ter morebitnih operativnih posegov. S ponavljanjem meritev lahko spremljamo otrokov razvoj in ugotavljamo učinkovitost terapevtskih metod.

V laboratoriju za biomehanske meritve in analize na URI-Soča klinični ocenjevalni protokol pred računalniško tridimenzionalno analizo hoje vključuje tudi določanje kota AVS. Klinično določanje kota AVS lahko pomaga pri interpretaciji biomehanskih (kinematičnih in kinetičnih) parametrov, pridobljenih pri računalniški analizi hoje. Lahko je v pomoč pri razločevanju strukturnih problemov od funkcijskih ter pri prepoznavanju patogenetskih mehanizmov pri motnjah hoje otrok z zgodnjo okvaro možganov in klinično sliko CP (24).

Pri fizioterapevtski obravnavi je pomembno, da fizioterapevt prepozna povečan ali zmanjšan kot AVS. Merjenje AVS mu omogoča prepoznati bolnika, ki bi lahko imel torzijske deformacije dolgih kosti spodnjega uda in s tem povezane nepravilnosti v vzorcu hoje ter bi bila nevarnost, da pri njem kasneje nastanejo degenerativne spremembe v sklepih spodnjega uda (33). Podatek je fizioterapevtu v pomoč pri opredelitvi in opisu funkcijskih sprememb, ki lahko nastane-

jo zaradi te skeletne nepravilnosti. Najpogosteje se v funkciji, npr. med hojo, izrazijo: notranje rotirana stegnenica, notranje orientirano stopalo, oslavljen odziv, funkcijski valgus v kolenu, izrazit nagib medenice naprej in kompenzacijska zunanja tibialna torzija, ki lahko izboljša poravnava stopala v smeri hoje. Fizioterapevt bi lahko bil pozoren tudi na dejavnike, ki prispevajo k nastanku teh deformacij, npr. zadrževanje osebe v določenem položaju pri spanju ali sedenju (33). Za fizioterapevta pravzaprav natančna ocena kota AVS ni tako zelo pomembna, pomembna pa je ugotovitev, da je AVS povečana (14, 33). Natančna določitev kota AVS je pomembna pred korektivnim operativnim obsegom (derotacijska osteotomija stegenice) (33).

Številni avtorji v svojih študijah omenjajo merjenje AVS kot del kliničnega merilnega protokola za določanje rotacijskega oziroma torzijskega profila na spodnjem udu (12, 13, 18, 30, 31, 43). Fiziološki rotacijski profil spodnjega uda ustvarja normalne biomehanske razmere za optimalno vzdrževanje pokončne drže in bipedalno hojo. Pomembno je, da prepoznamo in izmerimo nepravilnosti v poravnavi spodnjega uda v navpični osi v transverzalni ravnini v predelu kolka, kolena in gležnja. Določanje rotacijskega profila je koristno pri otrocih in odraslih z živčno-mišičnimi motnjami, prirojene deformacijami ter pri bolnikih s športnimi poškodbami in degenerativnimi boleznimi sklepov.

Izbira merilne metode oziroma ocenjevalnega protokola za oceno kota AVS je odvisna od mnogih dejavnikov, kot so: razumljivost metode; namen meritve; veljavnost, zanesljivost in občutljivost merilne metode; preprostost, ekonomičnost in poraba časa za izvedbo; primerljivost z drugimi testi in možnost sporazumevanja z drugimi strokovnjaki (interdisciplinarno sporazumevanje).

Ustaljena klinična metoda določanja kota AVS z uporabo goniometra ali inklinometra zagotovo ni idealna, je pa mogoča v vsakodnevni praksi, ker je hitra, preprosta, praktična, natančna, ekonomična in varna (18, 28, 33). Potrebni pa je kar nekaj kliničnih izkušenj za natančno in zanesljivo izvedbo kliničnega testa TPAT, ki je odvisna od klinične spretnosti pri tipanju položaja vratu stegenice v horizontalni ravnini. Pasivni gibi v smer notranje ali zunanje rotacije v kolčnem sklepu morajo biti pri otrocih s CP izvedeni počasi, da se izognemo vplivu spastičnosti.

Gulan in sodelavci (32) ter Ruwe in sodelavci (34) menijo, da so kljub velikemu številu modernih slikovnih tehnik klinične metode merjenja zadostne in primerne, slikovna obdelava pa je indicirana le v primeru načrtovanega operativnega posega. Navadno so klinične metode tudi cenejše in otroka ne izpostavljamo sevanju. Chung in sodelavci (2010) so v študiji postavili hipotezo, da je merjenje AVS z metodo TPAT ob radiografskem merjenju kota inklinacije stegenice klinično ustrezno in zagotavlja praktično metodo za ocenjevanje proksimalne geometrije stegenice pri bolnikih s CP. Zanimivo je tudi, da so Jacquemier in sodelavci (18)

metodo TPAT uporabili za določanje normativnih vrednosti kota AVS pri veliki skupini zdravih otrok (n = 1319) med tretjim in desetim letom starosti.

Ob koncu je potrebno poudariti, da je v tem prispevku opisan le majhen del celotne obravnave otrok s CP v procesu rehabilitacije. S kliničnim merjenjem AVS lahko podrobneje osvetlimo značilnosti spremembe gibanja, ne moremo pa vselej jasno odkriti osnovnega patološkega mehanizma. Poleg tega je preverjanje zanesljivosti kliničnih metod merjenja AVS le prvi korak preverjanja merskih značilnosti, ki mu mora slediti preverjanje veljavnosti (44). Vsekakor pa je preverjanje merskih značilnosti kliničnih merskih metod pomembno za pridobivanje novega znanja in napredek stroke.

ZAKLJUČKI

Rezultati analize zanesljivosti preiskovalcev in oceno zanesljivosti med preiskovalci pri merjenju kota AVS ter pasivnega obsega giba notranje in zunanje rotacije levo in desno, so potrdili visoko zanesljivost. Glede na to menimo, da sta obravnavani metodi določanja AVS pri otrocih s CP primerni in uporabni v klinični praksi v procesu rehabilitacije. Meritve, ki jih pod standardiziranimi pogoji izvede strokovno usposobljen fizioterapevt, zagotavljajo konsistentne rezultate in omogočajo kontinuiteto pri skrbi za pacienta, jasno interdisciplinarno sporazumevanje in ustrezno osnovo za nadaljnje raziskovalno delo.

Literatura:

- Robin J, Graham HK, Selber P, Dobson F, Smith K, Baker R. Proximal femoral geometry in cerebral palsy: a population-based cross-sectional study. *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90(10): 1372-9.
- Kerr Graham H, Selber P. Musculoskeletal aspects of cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Br* 2003; 85(2): 157-66.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: theory and practical applications. 2nd ed. Philadelphia [etc.]: Lippincott Williams & Wilkins, cop. 2001.
- Kapandji IA. The physiology of the joints. Vol. 2. Lower limb. 5th ed. Edinburgh [etc.]: Churchill Livingstone, 1987.
- Brunner R, Krauspe R, Romkes J. [Torsion deformities in the lower extremities in patients with infantile cerebral palsy: pathogenesis and therapy.] *Orthopade* 2000; 29(9): 808-13. [članek v nem.].
- Davids JR, Benfanti P, Blackhurst DW, Allen BL. Assessment of femoral anteversion in children with cerebral palsy: accuracy of the trochanteric prominence angle test. *J Pediatr Orthop* 2002; 22(2): 173-8.
- Gage JR. Twenty-six years of clinical gait analysis. In: International conference on biomechanics of the lower limb in health, disease and rehabilitation, Salford 3rd-5th September 2007. Salford: University of Salford, 2007: 98-101.
- Crane L. Femoral torsion and its relation to toeing-in and toeing-out. *J Bone Joint Surg Am* 1959; 41(3): 421-8.
- Magee DJ. Orthopedic physical assessment. 5th ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences, 2008: 682-3.
- LeVeau BF, Bernhardt DB. Developmental biomechanics: effect of forces on growth, development, and maintenance of the human body. *Phys Ther* 1984; 64(12): 1874-81.
- Gage JR. The treatment of gait problems in cerebral palsy. London: Mac Keith Press, 2004: 180-204.
- Cusick BD, Stuberg WA. Assessment of lower-extremity alignment in the transverse plane: implications for management of children with neuromotor dysfunction. *Phys Ther* 1992; 72(1): 3-15.
- Staheli LT, Corbett M, Wyss C, King H. Lower-extremity rotational problems in children. Normal values to guide management. *J Bone Joint Surg Am* 1985; 67(1): 39-47.
- Gelberman RH, Cohen MS, Desai SS, Griffin PP, Salmon PB, O'Brien TM. Femoral anteversion: a clinical assessment of idiopathic in-toeing gait in children. *J Bone Joint Surg Br* 1987; 69(1): 75-9.
- Svenningsen S, Terjesen T, Auflem M, Berg V. Hip rotation and intoeing gait: a study of normal subjects from four years until adult age. *Clin Orthop Relat Res* 1990; (251): 177-82.
- Kozic S, Gulan G, Matovinovic D, Nemeč B, Sestan B, Ravlić-Gulan J. Femoral anteversion related to side differences in hip rotation. Passive rotation in 1,140 children aged 8-9 years. *Acta Orthop Scand* 1997; 68(6): 533-6.
- Matovinović D, Nemeč B, Gulan G, Sestan B, Ravlić-Gulan J. Comparison in regression of femoral neck anteversion in children with normal, intoeing and out-toeing gait – prospective study. *Coll Antropol* 1998; 22(2): 525-32.
- Jacquemier M, Glard Y, Pomero V, Viehweger E, Jouve JL, Bollini G. Rotational profile of the lower limb in 1319 healthy children. *Gait Posture* 2008; 28(2): 187-93.

19. Shefelbine SJ, Carter DR. Mechanobiological predictions of growth front morphology in developmental hip dysplasia. *J Orthop Res* 2004; 22(2): 346-52.
20. Krajnik J. Biomehanika. Ljubljana: Inštitut Republike Slovenije za rehabilitacijo, 2003.
21. Trost J. Physical assesement and observational gait analysis. In: Gage JR. *The treatment of gait problems in cerebral palsy*. London: Mac Keith Press, 2004: 71-89.
22. Ruby L, Mital MA, O'Connor J, Patel U. Anteversion of the femoral neck. Comparisons of methods of measurements in patients. *J Bone Joint Surg Am* 1979; 61(1): 46-51.
23. Kulig K, Harper-Hanigan K, Souza RB, Powers CM. Measurement of femoral torsion by ultrasound and magnetic resonance imaging: concurrent validity. *Phys Ther* 2010; 90(11): 1641-8.
24. Gregorič M, Krajnik J. Elektrofiziološke preiskave hoje v nevrorehabilitaciji. In: Gregorič M, ur. *Klinična nevrofiziologija in kineziologija v rehabilitaciji*. Ljubljana: Inštitut Republike Slovenije za rehabilitacijo, 1996: 233-76.
25. Murphy SB, Simon SR, Kijewski PK, Wilkinson RH, Griscom NT. Femoral anteversion. *J Bone Joint Surg Am* 1987; 69(8): 1169-76.
26. Davids JR, Marshall AD, Blocker ER, Frick SL, Blackhurst DW, Skewes E. Femoral anteversion in children with cerebral palsy. Assessment with two and three-dimensional computed tomography scans. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85(3): 481-8.
27. Toogood PA, Skalak A, Cooperman DR. Proximal femoral anatomy in the normal human population. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467(4): 876-85.
28. Chung CY, Lee KM, Park MS, Lee SH, Choi IH, Cho TJ. Validity and reliability of measuring femoral anteversion and neck-shaft angle in patients with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92(5): 1195-205.
29. Tomczak RJ, Guenther KP, Rieber A, Mergo P, Ros PR, Brambs HJ. MR imaging measurement of the femoral antetorsional angle as a new technique: comparison with CT in children and adults. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 168(3): 791-4.
30. Parikh S, Noyes FR. Patellofemoral disorders: role of computed tomography and magnetic resonance imaging in defining abnormal rotational lower limb alignment. *Sports Health: a multidisciplinary approach* 2011; 3(2): 158-69.
31. Mavčič B, Antolič V. Fiziološki razvoj in deformacije osi kolena. In: Pavlovčič V, ur. *Poškodbe in bolezni kolena*. [21. ortopedski dnevi], Ljubljana, 19.-20. 3. 2004. Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center, 2004: 21-31.
32. Gulan G, Matovinović D, Nemec B, Rubinič D, Ravlič-Gulan J. Femoral neck anteversion: values, development, measurement, common problems. *Coll Antropol* 2000; 24(2): 521-7.
33. Cibulka MT. Determination and significance of femoral neck anteversion. *Phys Ther* 2004; 84(6): 550-8.
34. Ruwe PA, Gage JR, Ozonoff MB, DeLuca PA. Clinical determination of femoral anteversion: a comparison with established techniques. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74(6): 820-30.
35. Tamari K, Tinley P, Briffa K, Breidahl W. Validity and reliability of existing and modified clinical methods of measuring femoral and tibiofibular torsion in healthy subjects: use of different reference axes may improve reliability. *Clin Anat* 2005; 18(1): 46-55.
36. Jakovljevič M, Hlebš S. Meritve gibljivosti sklepov, obsegov in dolžin udov. 2. dopolnjena izd. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo, Oddelek za fizioterapijo, 1999: 42-6.
37. Jonson SR, Gross MT. Intraexaminer reliability, interexaminer reliability, and mean values for nine lower extremity skeletal measures in healthy naval midshipmen. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997; 25(4): 253-63.
38. Shultz SJ, Nguyen AD, Windley TC, Kulas AS, Botic TL, Beynon BD. Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: implications for multicenter studies. *Clin J Sport Med* 2006; 16(2): 155-61.
39. Hudson D. A comparison of ultrasound to goniometric and inclinometer measurements of torsion in the tibia and femur. *Gait Posture* 2008; 28(4): 708-10.
40. Souza RB, Powers CM. Concurrent criterion-related validity and reliability of a clinical test to measure femoral anteversion. *J Orthop Sports Phys Ther* 2009; 39(8): 586-92.
41. Jenkins SE, Harrington ME, Zavatsky AB, O'Connor JJ, Theologis TN. Femoral muscle attachment locations in children and adults, and their prediction from clinical measurement. *Gait Posture* 2003; 18(1): 13-22.
42. Delialioglu MO, Tasbas BA, Bayrakci K, Daglar B, Kurt M, Agar M, Gunel U. Alternative reliable techniques in

- femoral torsion measurement. *J Pediatr Orthop B* 2006; 15(1): 28-33.
43. Sass P, Hassan G. Lower extremity abnormalities in children. *Am Fam Physician* 2003; 68(3): 461-8.
44. Gorišek Humar M. Zanesljivost merjenja anteverzije vratu stegenice pri otrocih s cerebralno paralizo. [Reliability of femoral neck anteversion measurement in children with cerebral palsy]. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za fizioterapijo, 2011.