

Master thesis deel 2:

Tarsale tunnel syndroom: een beschrijvende
anatomische studie.

Thesisstudent:

Bram HULSMANS (1234511)

Promotor: dr. prof. Frank VANDENABEELE

Copromotor: dr. Pieter VAN NOTEN



Erkenningen:

Deze masterthesis zou niet gerealiseerd kunnen zijn zonder de hulp van volgende personen. Daarvoor wil ik deze mensen bedanken voor hun medewerking, tijd en inzet.

Dr. Prof. Frank Vandenabeele, hij heeft mij de kans gegeven om mijn eigen onderzoek en werkwijze te ontdekken. Tips en tricks van deze ervaren promotor werden door mij vriendelijk onthaald.

Dr. Pieter Van Noten, hij zorgde voor de enthousiaste start van het hele onderzoek. Waarbij een helpende hand tijdens het dissectiewerk zeker niet ontbrak.

Expert prosector Dennis Mathijsen en laboratoriumtechnicus anatomie Davy Janssen, zij hebben me bijgestaan tijdens het praktische gedeelte van de masterthesis. Met welke vragen ik ook kwam, ze wisten met altijd te helpen en op weg te zetten naar het volgende deel van het dissectiewerk. Zonder hun supervisie en steun zou het praktische gedeelte dus ook onmogelijk geweest zijn.

Het Departement Geneeskunde en Levenswetenschappen van de Universiteit Hasselt, die mij toeliet om het dissectiewerk uit te voeren en hiervoor bepaalde anatomische preparaten ter beschikking te stellen.

Tot slot een dankwoord aan alle personen die hun lichaam aan de wetenschap hebben geschonken en de wetenschap op die manier de kans geven om zowel medisch noodzakelijk onderzoek te doen, alsook specifiek mijn masterthesis te kunnen verwezenlijken.

Situering:

Tarsaal tunnel syndroom (TTS) is een compressie neuropathie of entrapment van de n. tibialis posterior. Dit wordt ook wel het porta pedis syndroom genoemd (Datta AK, 2004). De tarsale tunnel wordt gevormd aan de mediale zijde van de enkel. Het retinaculum musculorum flexorum (RMF) omvat hier de pezen van de m. tibialis posterior, de m. flexor digitorum longus en de m. flexor hallucis longus. Bijgevoegd is er de neuro-vasculaire bundel, bestaande uit de n. tibialis posterior, a. tibialis posterior en v. tibialis posterior (Gurpal S, 2012; Dellon AL, 2008).

Exacte incidentie- en/of prevalentie percentages zijn voor TTS niet beschikbaar. Er bestaat echter een indicatie dat TTS meer frequent voorkomt bij loopSPORTERS.

Diagnostiek van TTS gebeurt op basis van het kinesitherapeutisch onderzoek, waarbij medische beeldvorming enig uitsluitsel kan geven over maligne ruimte-innemende processen. Behandeling van TTS is hoofdzakelijk gericht op drukverlichting in de tarsale tunnel. Hetzij conservatief d.m.v. tape-methodes, bracing, corticosteroïde-injecties, hetzij operatief d.m.v. een chirurgische relief van de druk ter hoogte van de tarsale tunnel (Aktan Ikiz et al., 2007; Gould JS, 2014).

Onderzoek naar de anatomische kenmerken en klinisch relevante eigenschappen van de tarsale tunnel is van belang ter verbetering van de behandeling en/of preventie van TTS in de toekomst.

De promotor van deze masterthesis, dr. Prof. Frank Vandenabeele, en copromotor, dr. Pieter Van Noten, zijn beiden gespecialiseerd in het domein van musculoskeletale revalidatie. Verder zijn ze werkzaam binnen de opleiding revalidatiewetenschappen en kinesitherapie. Het tweede deel van de masterthesis sluit aan bij masterthesis deel 1, opgesteld door Yannick Vanlessen en mezelf. Het studieprotocol werd opgesteld in samenwerking met Yannick Vanlessen, maar is aangepast gedurende masterthesis deel 2 om realistisch te worden uitgevoerd in de beschikbare setting.

Beschikbaarheid van apparatuur en werkruimte in de snijzaal werd voorzien in samenwerking met expert prosector Dennis Mathijssen. Volledige dissectie van twee onderbenen/enkels werd verricht door Yannick Vanlessen en mezelf. Om een zo groot mogelijke data-extractie en data-analyse te kunnen maken werden alle geschikte preparaten ter beschikking gesteld door expert prosector Dennis Mathijssen. Er werden bijkomend twaalf reeds gedisseceerde onderste ledematen aan ons ter beschikking gesteld en geïncubeerd in het onderzoek.

Masterthesis deel 2 werd uitgevoerd door Bram Hulsman na een opsplitsing van de duo-masterthesis deel 1. Data-extractie, statistische data-analyse, schrijven van de thesis en layout werden zelfstandig gemaakt met behulp van promotor dr. Prof. Frank Vandenabeele.

De masterthesis werd opgesteld om een beter inzicht te krijgen op de anatomische kenmerken van de tarsale tunnel, met als doel een hulp te bieden aan toekomstige TTS problematiek. De nadruk werd gelegd enerzijds op de plaats van opsplitsing van de n. tibialis met zijn zijtakken en anderzijds op de dikte van het peesweefsel. Geslacht werd in rekening gebracht, naar aanleiding van incidentiestudies die een verschil in anatomie aangeven tussen beide geslachten (Aktan I., 2007).

Referenties:

- Aktan Ikiz, Hulya Ucerler, Mujde Uygur. Dimensions of the anterior tarsal tunnel and features of the deep peroneal nerve in relation to clinical application. Surg Radiol Anat, 2007 July; 29: 527-530.
- Datta A.K. 2004, Posterior crural region. In essentials of human anatomy. Part III, 3rd edition Kolkata current books international., pag. 204.
- Dellon A.L. et al., 2002, Variations in the origin of the medial calcaneal nerve. J Am Podiatr. Med. Assoc., 97-101.
- Gould JS, MD (2014). Tarsal Tunnel Syndrome. Foot Ankle Clin. 2011 Jun;16(2):275-86
- Gurpal Singh, FRCS(Orth) and V. P. Kumar, FRCS. Neuroanatomical Basis for the Tarsal Tunnel Syndrome. Foot Ankle Int. 2012 Jun;33(6):513-8.

Abstract:

Achtergrond: Het tarsaal tunnelsyndroom (TTS) is een frequent voorkomend entrapment syndroom van het onderste lidmaat. Vaak wordt deze aandoening foutief gediagnosticeerd. Kenmerkend voor het syndroom is een vernauwing van de tarsale tunnel dewelke een inklemming veroorzaakt van de n. tibialis posterior of een van zijn zijtakken.

Doelen: Beschrijvende anatomie van de tarsale tunnel en klinische relevantie voor de kinesitherapeutische diagnose.

Methoden: Een beschrijvende anatomische studie van de tarsale tunnel in 12 onderste ledematen: 5 tarsale tunnels van een vrouwelijk preparaat en 7 tarsale tunnels van een mannelijk preparaat. Van deze 12 onderste ledematen werden er 2 door beide studenten volledig gedisseceerd tot op het spier-pees niveau om een volledig beeld te krijgen van de topografie van de spieren, bloedvaten en zenuwen. De Vernier schuifmaat, meetlat en touw werden gehanteerd om de resultaten op een gestandaardiseerde wijze te bekomen.

Resultaten: De tarsale tunnel omvat de n. tibialis posterior, de pees van de m. tibialis posterior, de m. flexor digitorum longus en het arterio-veneuz complex bestaande uit de a. tibialis posterior en de v. tibialis posterior. De m. flexor hallucis longus wordt ook beschouwd als onderdeel van de tunnel, maar is gelokaliseerd in een diepere laag.

De gemiddelde breedte en lengte van het retinaculum musculorum flexorum (RMF) is bij vrouwen 19,6 mm en 45,4 mm en bij mannen 20,4 mm en 50,3 mm (breedte: $p = 0,53$; lengte: $p = 0,149$). De n. tibialis posterior splitst ofwel voor het RMF (41,67 %), onder het RMF (41,67 %) of na het RMF (16,66 %). De gemiddelde afstand van de opsplitsing ten opzichte van het RMF is 62,7 mm.

Conclusie: De tarsale tunnel omvat de pezen van de m. tibialis posterior, m. flexor hallucis longus en m. flexor digitorum longus. De n. tibialis posterior, a. tibialis posterior en v. tibialis posterior lopen in de tunnel tussen de pezen van de m. flexor hallucis longus en de m. flexor digitorum longus. Interindividuele verschillen leidt tot een grote variabiliteit in afmetingen van de tarsale tunnel.

Introductie:

Tarsale tunnel syndroom (TTS) is een compressienuropathie van de nervus tibialis posterior en/of één van zijn vertakkingen. Deze vertakkingen, de n. calcaneus medialis, de n. plantaris medialis en de n. plantaris lateralis, splitsen in 84% net onder het retinaculum musculorum flexorum (Bilge O. et al. 2003). De tarsale tunnel bevindt zich aan de mediale zijde van de enkel en wordt gevormd door het retinaculum musculorum flexorum. Deze peesachtige structuur omvat bovenvermelde neurogene structuren, alsook het arterioveneuze complex van de a. tibialis posterior en v. tibialis posterior en drie pezen van volgende spieren: m. tibialis posterior, m. flexor hallucis longus en m. flexor digitorum longus (Gurpal S, 2012; Dellon AL, 2008).

De exacte incidentie en prevalentieratio's van TTS zijn niet beschreven (Aktan I. et al., 2007). Dit is te wijten aan het karakter van de aandoening. De aandoening wordt vaak fout gediagnosticeerd en wordt frequent verward met fasciitis plantaris (Gurpal S., 2012).

Diagnostiek van de aandoening gebeurt vanuit de klinische kennis van de zorgverstrekker. De kennis van de zorgverstrekker wordt geïntegreerd in een goed klinisch onderzoek. Pijnklachten bij wandelen, lopen, ... zijn frequent aanwezig bij TTS. Indien de pijnklachten na de inspanning langzaam afnemen, wordt dit het afterburn-effect genoemd (Gould S.J., 2014). De 'triple compression stress test' is met een specificiteit van 100% en sensitiviteit van 85,9% veruit de meest geschikte specifieke test voor de diagnose van TTS (Abouelela A. et al., 2012). De wetenschappelijke literatuur is verdeeld omtrent het nut van medische beeldvorming ter diagnose van TTS. CT-scans kunnen worden gebruikt om fracturen uit te sluiten, terwijl een MRI-scan een maligne ruimte-innemend proces vroegtijdig kan opsporen (Gould S.J., 2014).

Behandeling van TTS is aanvankelijk conservatief. Dit houdt in dat de druk in de tarsale tunnel wordt verlaagd tot minder dan 80 mmHg met niet-invasieve methodes (Gould S.J., 2014). Een voorbeeld van een niet-invasieve techniek is cryotherapie en/of corticosteroïde-injecties, deze worden toegepast bij tendinitis van de m. tibialis posterior. Verder kunnen inlegzolen of orthesen worden aangeboden bij structurele aandoeningen die de druk in de tarsale tunnel verhogen.

Bij het uitblijven van een gewenst resultaat na zes weken conservatieve behandeling, kan de overweging worden gemaakt om operatief de druk in de tarsale tunnel te verlagen. Een chirurgische resectie van het retinaculum musculorum flexorum zorgt voor een afname van de klinische symptomen. Recent werd er een techniek ontwikkeld door dokter/specialist Graham E. Aan de hand van deze techniek kan op minimaal invasieve wijze, een intra-tarsale drukverlaging van 34% bereikt worden. Deze techniek berust op het stent-principe die de tarsale tunnel dilateerd (Graham E. et al., 2011).

Methoden:

2.1 Studie Design

Een beschrijvend, anatomisch onderzoek werd uitgevoerd in het mortuarium en de snijzaal van de Universiteit Hasselt.

2.2 Anatomische preparaten van het onderbeen

Dissecties van twee onderbenen werden uitgevoerd. Aanvullend werden alle geschikte anatomische preparaten van het onderste lidmaat in de snijzaal ter beschikking gesteld ter uitbreiding van de steekproefgroep.

Inclusiecriteria van de geschikte onderste ledematen werden als volgt omschreven: 1) een tot op het spier/pees niveau gedisseceerde tarsale tunnel, 2) een zichtbaar retinaculum musculorum flexorum, 3) de aanwezigheid van de n. tibialis posterior. Exclusiecriteria waren: 1) preparaten zonder retinaculum musculorum flexorum, 2) preparaten zonder de n. tibialis posterior, 3) enkelgewrichten met comorbiditeiten (fractuur, dislocatie, ...), 4) een gebrekkig gebalsemde mediale zijde van de enkel.

2.3 Procedure

Twee van de twaalf geïnccludeerde preparaten werden op gestandaardiseerde wijze gedisseceerd conform de syllabus van dr. Prof. M. Vandersteen en dr. Prof. L. Vanormelingen. Vooreerst werden de huid en het vetweefsel proximo-distaal verwijderd. Aansluitend werden de diepe fascia en het retinaculum musculorum flexorum gescheiden. Dit met zichtbare en vetvrije onderliggende structuren tot gevolg. Bij de niet door mezelf gemaakte preparaten, werd gecontroleerd naar bovenvermelde technieken, alsook of alle betrokken structuren onbeschadigd en zichtbaar zijn. Een meetlat, touw en schuifmaat zijn de gehanteerde instrumenten doorheen de procedure.



Figuur 1. Flowchart: procedure dissectie

2.3.1 Uitkomstmaten

De hieronder vermelde meetmethodes zijn tot op heden gehanteerde werkwijzen in het mortuarium, waarvan ik in kennis werd gesteld en wat een toepassing voor deze masterproef mogelijk maakte. Alle uitkomstmaten en resultaten zijn beschreven in millimeters, het maximale nauwkeurigheidsniveau van de beschikbare meetinstrumenten.

Vernier schuifmaat:

Deze schuifmaat wordt gebruikt om 2-dimensionele afmetingen op te meten. In dit onderzoek werden onderstaande resultaten bekomen met de schuifmaat:

- *De breedte van het retinaculum musculorum flexorum:*

Door middel van de plaatsing van de schuifmaat op de superieure en inferieure margo van het retinaculum musculorum flexorum.

- *De breedte van het arterio-veneuze complex van de a. tibialis posterior en de v. tibialis posterior:*

Om te vermijden dat de koordmethode incorrecte resultaten zou geven omwille van het flexibele karakter van het te onderzoeken weefsel, kende het gebruik van de schuifmaat voor het bekomen van deze uitkomst een productieve meerwaarde.

Koordmethode:

Gebruik makend van de virtuele lijn tussen de malleolus medialis en de tuberculus medialis van de calcaneus werd op een gestandaardiseerde locatie gemeten. De kruising van het peesweefsel en deze lijn geeft een gestandaardiseerd meetprotocol.

Deze methode vraagt een combinatie van een koord dat rond het weefsel wordt gedraaid en afgetekend. Nadien wordt de aangegeven lengte van het touw opgemeten met de schuifmaat. Deze techniek werd toegepast voor:

- *De omtrek van de pees van de m. tibialis posterior*
- *De omtrek van de pees van de m. flexor digitorum longus*
- *De omtrek van de pees van de m. flexor hallucis longus*

Meetlat:

Indien het bereik van de schuifmaat ontoereikend was, vond in dit onderzoek het gebruik van de meetlat plaats.

- *De lengte van het retinaculum musculorum flexorum* werd gemeten op een gestandaardiseerde wijze. Op de inferieure rand van de malleolus medialis kwam het nulpunt van de meetlat te liggen. De afstand vanaf het nulpunt tot aan de tuberculus medialis van de calcaneus wordt in deze studie beschouwd als de lengte van het retinaculum musculorum flexorum.
- *De plaats van de vertakkingen van de nervus tibialis posterior ten opzichte van de bovenrand van het retinaculum musculorum flexorum.* Een grote variabiliteit tussen de verschillende preparaten maakte dat het gebruik van de meetlat in plaats van de schuifmaat de beste toepasbaarheid kende (Joshi et al. 2006).

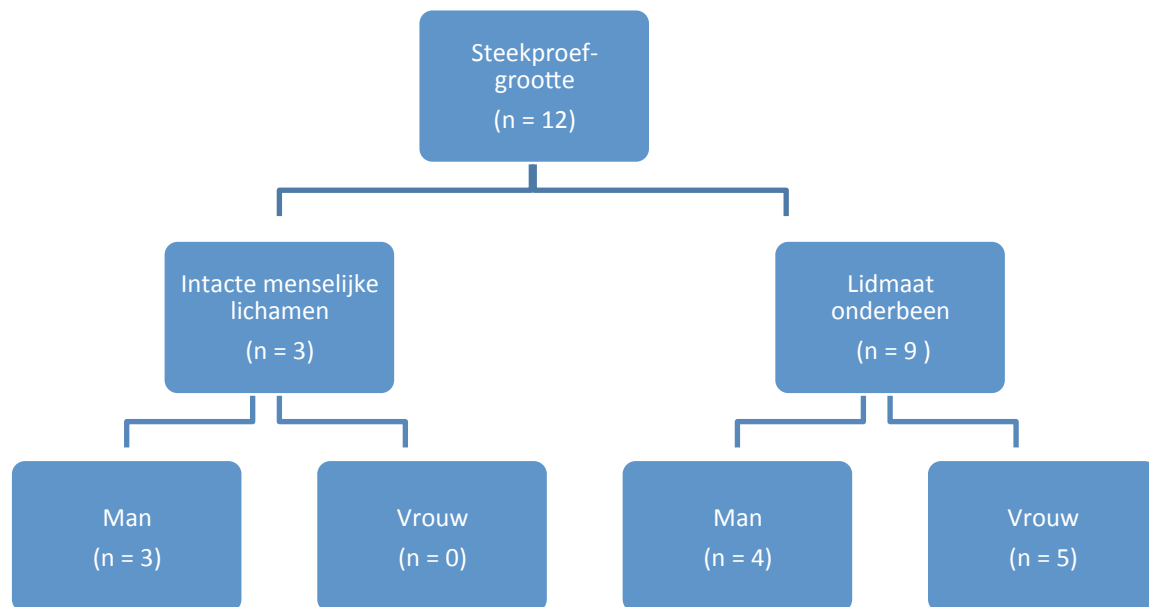
2.4 Statistiek

Data-analyse is verricht in IBM SPSS Statistics 23. Omwille van de beperkte steekproef werd er gebruik gemaakt van niet-parametrische testen. De Mann-Whitney U test leidde tot een beeld omtrent de relaties tussen de uitkomstmaten en het geslacht. Een significant verschil trad op bij een waarde $< 0,05$.

Resultaten

3.1 Anatomische preparaten van het onderbeen

Dit onderzoek includeerde twaalf anatomische preparaten, ingedeeld in twee groepen: intacte menselijke lichamen ($n = 3$) en ledematen ($n = 9$). Alle preparaten zijn gepreserveerd in een Formol-oplossing. Deze balsemingsmethode zorgt voor een goede balseming, maar heeft de negatieve nevenwerking dat de gewrichten verstijfd zijn.



Figuur 2. Flowchart geïnccludeerde ledematen.

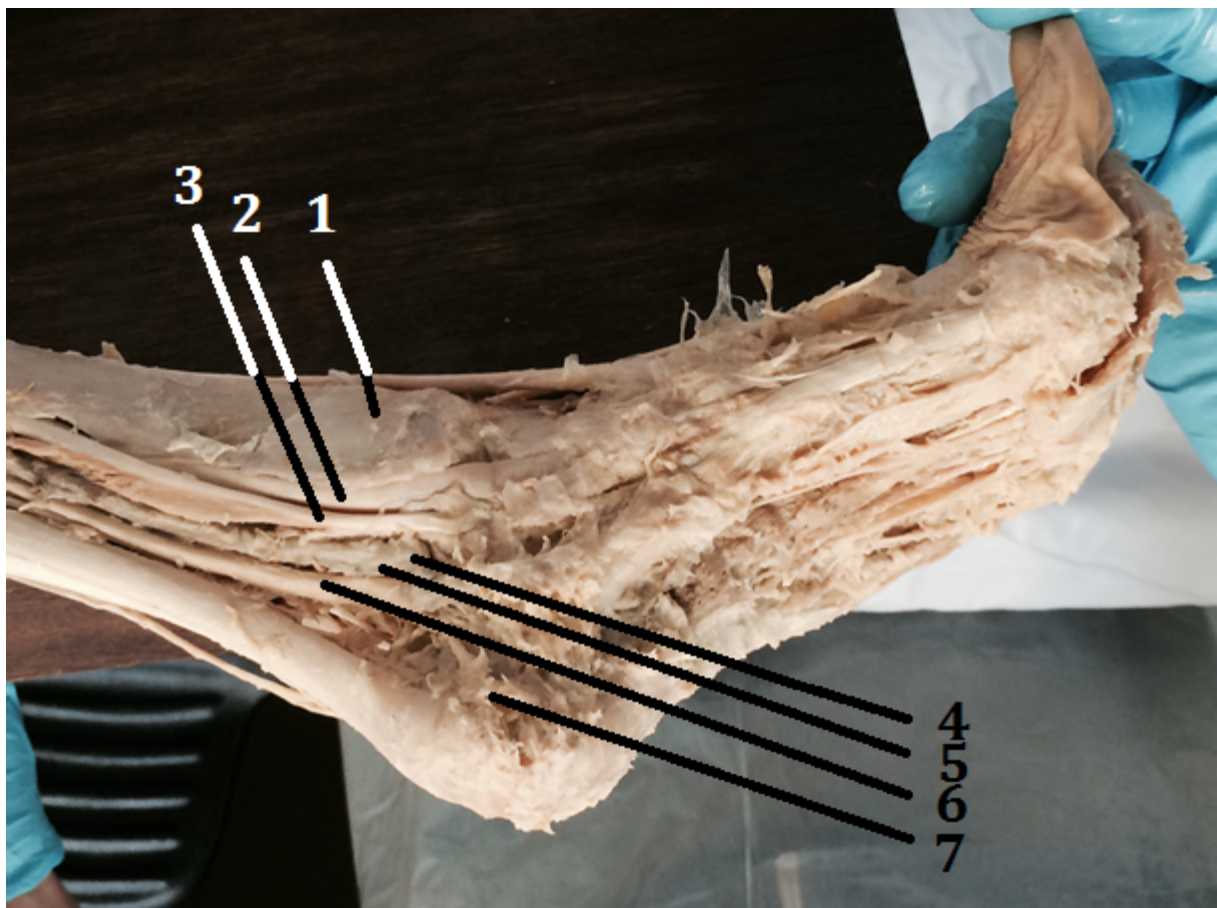
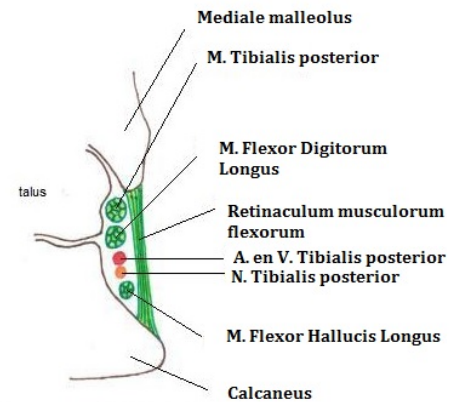
3.2 Uitkomstmaten

In deze masterproefstudie werd de topografie van de verschillende anatomische structuren die behoren tot de tarsale tunnel bestudeerd. De klinische gerelateerd van het TTS werd gerelateerd aan deze anatomische studie. Hierbij werd rekening gehouden met het geslacht van het anatomisch preparaat, om eventuele verschillen tussen beide geslachten mede aan een analyse te onderwerpen.

3.2.1 De bouw en inhoud van de tarsale tunnel en klinische relevantie

De tarsale tunnel is een uitloper van het posterieure compartiment van het onderbeen. Het dak van de tunnel wordt gevormd door het retinaculum musculorum flexorum, de anterieure wand is de malleolus medialis en de calcaneus vormt de laterale wand. In deze tunnel lopen van mediaal naar lateraal respectievelijk volgende structuren: de m. tibialis posterior, de m. flexor digitorum longus, de a. tibialis posterior en v. tibialis posterior, de n. tibialis posterior en de m. flexor hallucis longus.

Crosssectionele doorsnede van de tarsale tunnel



Figuur 3. Dissectie tarsale tunnel. 1) Talus, 2) m. tibialis posterior, 3) m. flexor digitorum longus, 4) a. tibialis posterior en v. tibialis posterior, 5) n. tibialis posterior, 6) m. flexor digitorum longus, 7) calcaneus

Belangrijke nervi ter hoogte van de mediale zijde van de enkel zijn:

De N. TIBIALIS is afkomstig van de zenuwwortels van segmenten S1 en S2 en van de n. Ischiadicus. Deze verloopt aan de achterzijde van het bovenbeen, naar de mediale zijde van het onderbeen en de enkel. Ter hoogte van de tarsale tunnel splitst de n. tibialis posterior in de n. plantaris medialis, de n. plantaris lateralis en de n. calcaneus medialis. De geïnnerveerde spieren door bovenstaande nervi kennen een beschrijving in onderstaande tabel 1.

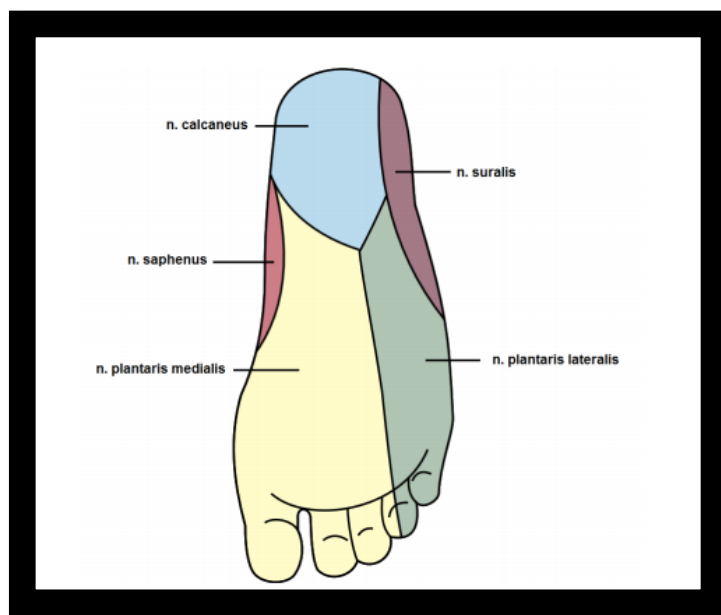
<u>n. plantaris medialis</u>	<u>n. plantaris lateralis</u>	<u>n. calcaneus medialis</u>
m. abductor hallucis	m. abductor digiti minimi	Een zuiver sensibele zenuwtak.
m. flexor digitorum brevis	m. flexor digiti minimi	
m. lumbricales 1	m. adductor hallucis	
	mm. interossei	
	mm. lumbricalus 2-5	

Tabel 1. Spieren geïnnerveerd door de vertakkingen van de n. tibialis posterior.

De N. SAPHENUS MAGNA kent zijn oorsprong in de zenuwwortels van segmenten L2 tot L4 en is een sensibele vertakking van de n. femoralis. Deze is gelokaliseerd aan de mediale zijde van het bovenbeen, naar de mediale zijde van het onderbeen en de mediale zijde van de enkel. Marsland D. et al (2012) beschreven een verloop tot aan de basis van metatarsaal 1.

De V. SAPHENA MAGNA is de grootste oppervlakkige vene gelegen in het mediale onderbeen. Hij ontspringt aan de veneuze voetboog aan de dorsale zijde van de voet. De ligging van deze vene is anterior van de malleolus medialis, naar de mediale zijde van het onderbeen. Terwijl de vene samensmelt met verschillende oppervlakkige venen, loopt de v. Saphena magna achter de epicondylus medialis femoris. Ter hoogte van de fossa ovalis femoris loopt de v. saphena magna uit in de v. femoralis. Indien een insufficiëntie van de v. saphena magna ter hoogte van de mediale enkel kan zorgen voor een gelijkaardige symptomatologie met het TTS.

Elke zenuwvertakking omvat een specifiek huidgebied in de voetzool en de hiel. Sensibiliteitsveranderingen in deze huidgebieden geven een indicatie welke zenuw betrokken is. De n. plantaris medialis is werkzaam in het huidgebied van de mediale voetzool, de n. plantaris lateralis zorgt voor een innervatie van het huidgebied van de laterale voetzool, zoals de n. calcaneus medialis de mediale zijde van de hiel innerveert.



Figuur 4. Huidgebieden van de n. tibialis posterior (Vandyke et al., 1998).

Het TTS heeft klinisch voorkomende symptomen die verklaard kunnen worden aan de hand van de hierboven beschreven anatomie.

- Pijnlokalisatie ter hoogte van de tarsale tunnel:

In 80% van de gevallen van TTS geven de patiënten een gevoel van stijfheid, gevoel van beklemming en pijn aan ter hoogte van de mediale zijde van de enkel. Dit kan gelinkt worden aan het ontstekingsproces dat door enerzijds de zwelling en anderzijds de aanmaak van bradykinine de pijnreceptoren kan prikkelen.

- Sensorische veranderingen in verschillende regio's van de voet en/of de enkel:

○ *Mediale voetzijde in combinatie met de voetzool*

Deze veranderingen kunnen worden toegewezen aan de n. plantaris medialis, een aftakking van de n. tibialis posterior. De n. plantaris medialis splitst in 5% van de gevallen voor het retinaculum musculorum flexorum af van de n. tibialis posterior. Omwille van rechtstreekse druk op de zenuw veroorzaakt door de aanwezige zwelling, of door mechanosensorische irritatie van de zenuw is uitval mogelijk.

Analoog bestaat de kans dat er een verandering is opgetreden in de n. saphenus magna. Gezien zijn verloop in de mediale zijde van de enkel kunnen gelijkaardige klachten ontstaan. 0,8% van de operaties ter hoogte van de mediale zijde van de enkel kent resterende klachten door een kwetsing van de n. saphenus magna (Marsland D. et al., 2012).

○ *Laterale voetzijde in combinatie met de voetzool*

Deze veranderingen kunnen worden toegewezen aan de n. plantaris lateralis, een aftakking van de n. tibialis posterior. De aftakking van de n. plantaris lateralis gebeurt in 80% van de gevallen ter hoogte van de tarsale tunnel. Hierbij kan dezelfde verklaring zorgen voor de symptomen.

○ *Regio van de hiel en achterzijde van de enkel*

Deze veranderingen kunnen worden toegewezen aan de n. calcaneus medialis, een aftakking van de n. tibialis posterior. Deze innerveert de mediale zijde van de hiel, alsook het posterieure deel van de plantaire zijde van de voet.

- Motorische uitval in verschillende regio's van de voet en/of enkel:

○ *Vermindering kracht in de teenflexoren*

Bij compressie van de n. plantaris medialis kan de motorische uitval van de m. flexor digitorum brevis, m. flexor hallucis brevis, m. abductor hallucis en mm. lumbricales pedis verwacht worden. Dit verklaart de vermindering van kracht van de teenflexoren bij patiënten.

3.2.2 Uitkomstmaten data-analyse

Afmetingen van het retinaculum musculorum flexorum (RMF):

Het RMF is het denkbeeldige dak van de tarsale tunnel. De afmetingen van de lengte en de breedte zijn belangrijk om de grootte van de tarsale tunnel te bepalen. Hoe groter de tarsale tunnel, hoe hoger de gemiddelde omtrek van het peesweefsel binnen deze tunnel kan zijn. De gemiddelde breedte van het RMF bij vrouwen is 19,6 mm, bij mannen is dit 20,4 mm. Er werd geen significant verschil gevonden tussen beide seksen ($p = 0,53$).

De gemiddelde lengte van het RMF bedraagt voor het mannelijk geslacht 50,3 mm. Bij het vrouwelijk geslacht omvat dit slechts 45,4 mm. Een te kleine steekproefgrootte kan aan de basis liggen aan het niet-significante verschil ($p = 0,149$).

	Gem. Breedte	Gem. Lengte
Man	20,4 mm	50,3 mm
Vrouw	19,6 mm	45,4 mm
Sign.	$P = 0,530$	$P = 0,149$

Tabel 2. Afmetingen RMF

Afmetingen van het peesweefsel in de tarsale tunnel:

De pezen van de m. tibialis posterior, de m. flexor digitorum longus en de m. flexor hallucis longus zijn de meest ruimte-innemende structuren in de tarsale tunnel. De omtrek van bovengenoemde spierpezen in respectievelijke volgorde bedraagt voor de mannelijke ledematen 20,4 mm; 17,2 mm en 14,1 mm. Voor de vrouwelijke preparaten bedraagt de omtrek respectievelijk 19,7 mm; 15,9 mm en 12,6 mm. Ondanks de lagere waarden van het vrouwelijke geslacht kon een significant verschil niet weerhouden worden ($p = 0,639$, $p = 0,432$ en $p = 0,533$).

	m. tibialis posterior	m. flexor digitorum longus	m. flexor hallucis longus
Man	20,4 mm	17, 2 mm	14,1 mm
Vrouw	19,7 mm	15,9 mm	12,6 mm
Sign.	$P = 0,639$	$P = 0,432$	$P = 0,533$

Tabel 3. Afmetingen peesweefsel in de tarsale tunnel

Afmetingen van het arterioveneuze complex:

De gemiddelde breedte van het AV-complex is voor de man 7,3 mm, terwijl dit voor de vrouw slechts 6,3 mm bedraagt. Een p-waarde van 0,171 geeft een niet-significant verschil aan.

	Breedte AV-complex
Man	7,3 mm
Vrouw	6,3 mm
Sign.	P = 0,171

Tabel 4. Afmetingen arterio-veneuze complex

Plaats van de vertakkingen van de n. tibialis posterior ten opzichte van het retinaculum musculorum flexorum:

De n. tibialis posterior splitst op in de n. plantaris medialis en de n. plantaris lateralis. In dit onderzoek gebeurt deze aftakking in 41,67 % van de preparaten (5 / 12) voor het RMF, in 41,67 % van de ledematen (5 / 12) gebeurt dit in de tarsale tunnel en in 16,66 % van de preparaten (2 / 12) na het RMF. De gemiddelde afstand van de opsplitsing ten opzichte van het RMF is 62,7 mm.

	Aftakking voor het RMF	Aftakking onder het RMF	Aftakking na het RMF
Aantal	5	5	2
%	41,67	41,67	16,66

Tabel 5. Plaats van aftakking n. tibialis posterior

Discussie:

Het doel van deze masterproefstudie omvat het onderzoek naar de anatomische kenmerken van de tarsale tunnel. Een analyse van de anatomische bevindingen vond plaats, alsook de associatie tot de klinische presentatie van de klachten van de patiënt.

In voorgaande literatuur stond beschreven dat voornamelijk vrouwen een verhoogde kans kennen tot het ontwikkelen van TTS. Significante aanwijzingen in de anatomische kenmerken van de tarsale tunnel, wijzend op een anatomisch verschil aan de basis van deze variabele incidentie, werden in deze masterproefstudie niet weerhouden. Een beperkte steekproefgrootte is hiervoor mogelijkwijs een verklaring.

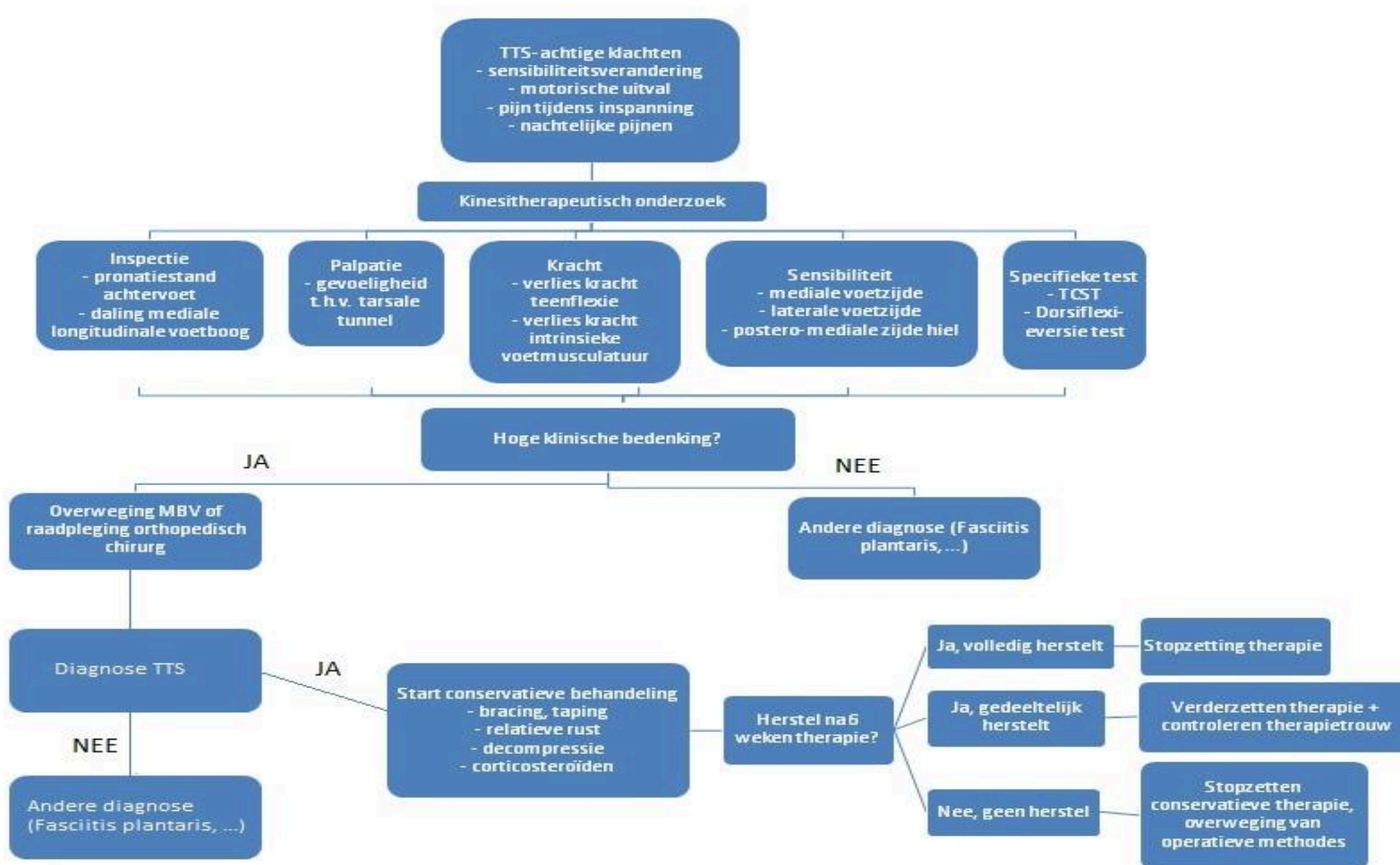
De tarsale tunnel is een osseo-fibreuze tunnel gevormd door het retinaculum musculorum flexorum. Deze tunnel omvat van mediaal naar lateraal respectievelijk de m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, arterie en vene tibialis posterior, n. tibialis posterior en m. flexor hallucis longus (Gould JS, 2014; Gurpal S, 2012; Dellon AL, 2008). Het geleverde dissectiewerk bevestigde de omvatting van bovenstaande structuren in deze tunnel. Ze geven echter aan dat de m. flexor hallucis longus in een diepere laag is gelegen, wat indiceert dat de musculotendineuze overgang onder het retinaculum musculorum flexorum gelokaliseerd is.

Bilge et al. (2003) beschreven vertakkingen van de n. tibialis posterior in de regio van de tarsale tunnel in verschillende types. Type 1 is de opsplitsing van de n. tibialis posterior voor de tarsale tunnel, type 2 is de opsplitsing van de n. tibialis posterior in de tarsale tunnel en type 3 is de opsplitsing van de n. tibialis posterior na de tarsale tunnel. Men concludeerde in deze studie dat in 84% van de onderzochte onderste ledematen de opsplitsing van de n. tibialis posterior net in de tarsale tunnel werd gemaakt. In deze steekproef werd een bredere spreiding van de resultaten gevonden. De aftakking volgens type 1 in 41,67 % van de preparaten (5 / 12), volgens type 2 in 41,67 % van de preparaten (5 / 12) en volgens type 3 in 16,66 % van de preparaten (2 / 12). Een kritische interpretatie van deze gegevens dient te gebeuren gelet op het feit dat de steekproefgrootte een belangrijke rol kan spelen in de variabiliteit van de gemeten uitkomstmaat.

Elk onderzoek kent evenwel beperkingen. In deze studie kan een te kleine steekproefgrootte een causale factor vormen voor de resultaten die niet in de lijn van de verwachtingen lagen. Het ontbreken van significante verschillen tussen beiden geslachten is een voorbeeld van resultaten die niet voorzien zijn. Een grotere steekproef in toekomstig onderzoek naar de inter-seksuele verschillen van de anatomie is dan ook aangewezen. De meetmethoden gebruikt in het onderzoek zijn niet de gouden standaard. Het gebruik van een CT-scanner, DEXA-scanner of een echografisch toestel kunnen de resultaten nauwkeuriger weergeven. Mits het gebruik van een van de voorgaande meetinstrumenten is het mogelijk een nauwkeuriger resultaat te bekomen.

Dit anatomisch onderzoek is uitgevoerd in het mortuarium en de snijzaal van de Universiteit Hasselt. Men gebruikte in deze setting een balsemingsvloeistof op basis van Formaline. Deze stof zorgt voor een zeer goede balseming van de weefsels, maar heeft als nadelige consequentie een verstijving en uitdrogend effect. De beschreven resultaten zijn dus te interpreteren in deze setting en dienen ter illustratie van de werkelijkheid.

Vermits TTS frequent een moeilijke diagnosestelling kent, gekoppeld aan de daaruit volgende een gebrekkige behandeling, heeft men getracht een flowchart op te stellen. Deze flowchart is opgesteld vanuit de verworven kennis uit dit onderzoek en is toepasbaar in een kinesitherapeutische setting. Het biedt de therapeut een richtlijn om tot de juiste diagnosestelling te komen. In onderstaande figuur 5 is het denkpatroon omschreven.



Figuur 5. Flowchart: Diagnostiek en behandeling TTS

Conclusie:

De tarsale tunnel omvat de pezen van de m. tibialis posterior, m. flexor hallucis longus en m. flexor digitorum longus. De n. tibialis posterior, a. tibialis posterior en v. tibialis posterior lopen in de tunnel tussen de pezen van de m. flexor hallucis longus en de m. flexor digitorum longus. Interindividuele verschillen leidt tot een grote variabiliteit in afmetingen van de tarsale tunnel. Vanuit deze kennis kan men stellen dat TTS een duidelijk omschreven en gespecificeerde aandoening is, die desalniettemin zelden een goede diagnosestelling kent. Irritatie van de n. tibialis posterior, n. plantaris medialis of n. plantaris lateralis leidt tot de symptomen van krachtsverlies, verminderde sensibiliteit en nachtelijke pijn. De behandeling toegespitst op het verlagen van de druk in de tarsale tunnel, enerzijds door conservatieve therapie en anderzijds door chirurgie, leiden veelal tot positieve resultaten.

Referenties:

- Abouelela A.K.H., Zohiery A.K. The triple compression stress test for diagnosis of tarsal tunnel syndrome. *The foot*, 2012; (22); 146-149
- Aktan Ikiz, Hulya Ucerler, Mujde Uygur. Dimensions of the anterior tarsal tunnel and features of the deep peroneal nerve in relation to clinical application. *Surg Radiol Anat*, 2007 July; 29: 527-530.
- Bilge O, Ozer M A, Govsa F. Neurovascular branching in the tarsal tunnel. *Neuroanatomy*, 2003, Volume 2, Pages 39-41.
- Dellon A.L. et al., 2002, Variations in the origin of the medial calcaneal nerve. *J Am Podiatr. Med. Assoc.*, 97-101.
- Gould S.J. Tarsal Tunnel Syndrome. *Foot Ankle Clin.* 2014, 16(2); 275-286
- Graham E., Jawrani N, Goel V. The effect of HyProCure Sinus Tarsi Stent on tarsal tunnel compartment pressures in hyperpronated feet. *Journal of foot and ankle surgery.* 2011; 50; 44-49.
- Gurpal Singh, FRCSEd(Orth) and V. P. Kumar, FRCS. Neuroanatomical Basis for the Tarsal Tunnel Syndrome. *Foot Ankle Int.* 2012 Jun;33(6):513-8.
- Kohno M, Takahashi H, Segawa H, Sano K. Neurovascular decompression for idiopathic tarsal tunnel syndrome: technical note. *Journal Neurosurgery Psychiatry*, 2000; 87-90.
- Aktan Ikiz, Hulya Ucerler, Mujde Uygur. Dimensions of the anterior tarsal tunnel and features of the deep peroneal nerve in relation to clinical application. *Surg Radiol Anat*, 2007 July; 29: 527-530.
- Datta A.K. 2004, Posterior crural region. In *essentials of human anatomy. Part III, 3rd edition* Kolkata current books international., pag. 204.
- Dellon A.L. et al., 2002, Variations in the origin of the medial calcaneal nerve. *J Am Podiatr. Med. Assoc.*, 97-101.
- Gould JS, MD (2014). Tarsal Tunnel Syndrome. *Foot Ankle Clin.* 2011 Jun;16(2):275-86
- Gurpal Singh, FRCSEd(Orth) and V. P. Kumar, FRCS. Neuroanatomical Basis for the Tarsal Tunnel Syndrome. *Foot Ankle Int.* 2012 Jun;33(6):513-8.

Marsland D., Dray A., Little N.J., Solan M.C., The saphenous nerve in foot and ankle surgery: its variable anatomy and relevance. Foot and ankle surgery; 19; 2012.

Oğuzkurt L. Ultrasonographic anatomy of the lower extremity superficial veins. Diagn Interv Radiol. 2011;18 (4): 423-30.

Vandyke H., Gray H., Anatomy of the human body, 1998.

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Tarsale tunnel syndroom: een beschrijvende anatomische studie

Richting: **master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie-revalidatiewetenschappen en kinesitherapie bij musculoskeletale aandoeningen**

Jaar: **2016**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Hulsmans, Bram

Datum: **17/08/2016**