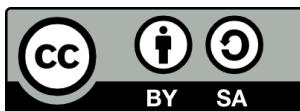


SÍNDROME DE L'ESPAI GLUTI PROFUND
(*DEEP GLUTEAL SYNDROME*).
BASES ANATÒMIQUES DE LA SEVA
FISIOPATOLOGIA I INDICACIONS
QUIRÚRGIQUES

Ramon Servitja Tormo



<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.ca>

Aquesta obra està subjecta a una llicència Creative Commons Reconeixement-CompartirIgual

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike licence

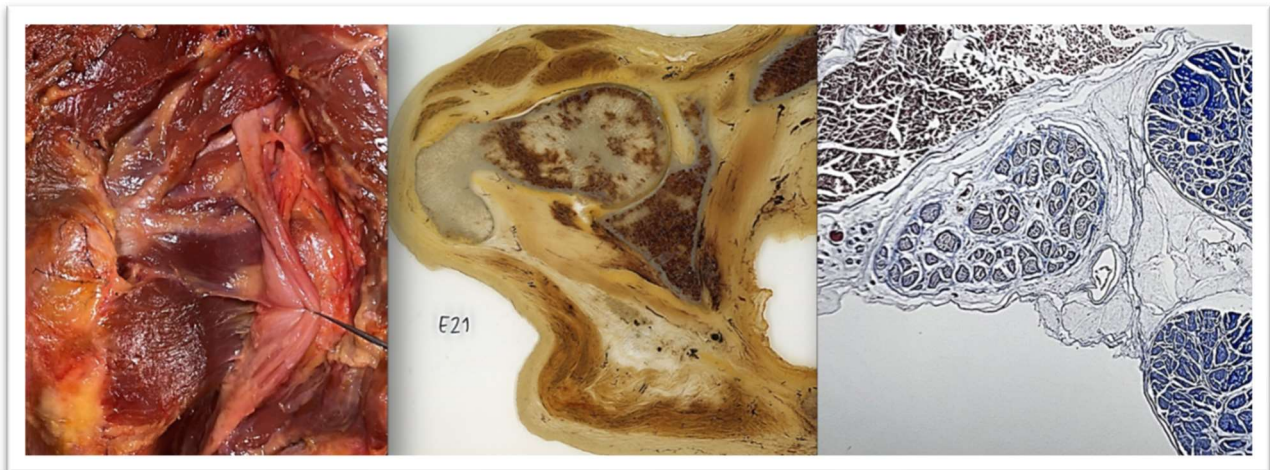
Universitat de Girona

TESI DOCTORAL

Síndrome de l'espai gluti profund

(deep gluteal syndrome)

Bases anatòmiques de la seva fisiopatologia i
indicacions quirúrgiques



Ramon Servitja Tormo

Any 2024



TESI DOCTORAL

Síndrome de l'espai gluti profund
(deep gluteal syndrome)

Bases anatòmiques de la seva fisiopatologia i
indicacions quirúrgiques

Autor: Ramon Servitja Tormo

Any de dipòsit: 2024

Programa de doctorat en Biologia molecular, Biomedicina i Salut

Línia de recerca: Anatomia clínica, Embriologia, Neurociència

Dirigida per:

DR. FRANCISCO REINA DE LA TORRE

DRA. ANA CARRERA BURGAYA

Tutoritzada per:

Dr. Francisco Reina De la Torre

Memòria presentada per optar al títol de Doctor per la Universitat de
Girona

DEDICATÒRIA

Al meu pare, el Dr. Servitja,
un referent a nivell personal i professional.

Un buit impossible d'omplir.

T'estimo.

AGRAÏMENTS

I ja fa sis anys, quan essent un resident de tercer any, vaig iniciar aquest projecte. La fortuna va fer que conegués el Dr. Francisco Reina i la Dra. Ana Carrera, amb ells aquest llarg viatge ha estat plàcid i segur. Agrair la seva dedicació, professionalitat, proximitat i coneixement. A qui manté el laboratori d'anatomia com si fos casa seva, i així t'hi fan sentir, Míriam i Marçal. Gràcies per les estones, l'eficiència i per aguantar-me tot aquest temps.

Als meus pares, Carlos i M^a Àngels, per educar-me en la cultura de l'esforç, en prioritzar i recolzar-me sense cap fissura en tots aquells projectes vitals que he volgut afrontar, i simplement per estar presents sempre que ho he necessitat.

Als meus germans, que m'han acompanyat des que vaig néixer. A la Sònia i la Lada, les Doctores de la família, que han fet que sentís la necessitat d'excel·lir en la meva formació, presentant aquesta tesi doctoral. I a en Tito, per donar-me sempre una lliçó de vida, slow-life en diuen, parar, baixar el ritme i buscar la felicitat en les coses més bàsiques que ens envolten.

I l'agraïment més especial a la Montse, companya, mare de les meves dues filles, Mar i Paula, qui m'acompanya en aquest bonic viatge que és la vida. Gràcies per aguantar la càrrega que ha suposat treballar i realitzar un projecte tant important com aquest. Gràcies per fer-me tocar de peus a terra. Gràcies per tenir cura de la família. Gràcies pel recolzament incondicional en tot. Gràcies per fer-nos la vida tant i tant fàcil. Espero seguir viatjant junts molts i molts anys.

ÍNDEX GENERAL

ÍNDEX DE FIGURES	1
ÍNDEX DE TAULES	13
LLISTAT D'ABREVIATURES	16
RESUM	18
RESUMEN	21
ABSTRACT	24
1. INTRODUCCIÓ	28
1.1 Justificació	28
1.2 Anatomia de l'espai gluti profund	31
1.3 Biomecànica de la musculatura de la regió profunda del maluc	35
1.4 Etiopatogènia de la SGP	37
1.5 Diagnòstic	41
1.6 Tractament	50
1.6.1 Conservador	50
1.6.2 Tractament quirúrgic	52
2. HIPÒTESI I OBJECTIUS	56
Hipòtesi	56
Objectius	56
3. MATERIAL I MÈTODES	59
3.1 Criteris d'inclusió	60
3.2 Criteris d'exclusió	60
3.3 Recollida de dades	60
3.4 Variables d'estudi	61
3.5 Protocol d'estudi anatòmic mitjançant macro-microdissecció	62
3.5.1 Protocol de macro i microdissecció	62

3.5.2	Determinació de mesures	65
3.6	Protocol d'obtenció de talls axials seriatos per a l'estudi del teixit connectiu periciàtic amb tècnica de plastinació P40 (Biodur®)	66
3.6.1	Protocol de preparació de les mostres	66
3.6.2	Determinació de mesures	71
3.7	Protocol de preparació de talls histològics amb tricròmic de Masson.	74
3.7.1	Protocol de preparació de les mostres	74
3.7.2	Determinació de dades	76
3.8	Anàlisi estadística	77
4.	RESULTATS	79
4.1	Estudi anatòmic i paràmetres morfomètrics mitjançant macro i microdissecció	79
4.2	Estudi anatòmic i paràmetres morfomètrics mitjançant talls semifins i plastinació P40 (Biodur®).	90
4.2.1	Anàlisi morfològica del teixit connectiu periciàtic	90
4.2.2	Anàlisi quantitativa del teixit connectiu periciàtic a l'EGP	101
4.3	Estudi histològic amb tricròmic de Masson.	113
5.	DISCUSSIÓ	118
	Estudi anatòmic mitjançant macro i microdissecció.	118
	Estudi anatòmic i paràmetres morfomètrics analitzats mitjançant talls axials semifins i plastinació (Biodur®).	120
	Estudi histològic amb tricròmic de Masson.	125
6.	CONCLUSIONS	129
7.	BIBLIOGRAFIA	132
8.	ANNEXOS	138

ÍNDIX DE FIGURES

Pàgina

- Figura 1:** Localització anatòmica de les entitats que formen la SGP: (A) localització general de les principals estructures implicades en la SGP. Gm múscul gluti mig, Pir múscul piriforme, GS múscul gèmin superior, OI múscul obturador intern, GI múscul gèmin inferior, QF múscul quadrat femoral, NC nervi ciàtic, ISQ tendó dels músculs isquiotibials. (B) Síndrome del piriforme. (C) Síndrome del gèmins-obturador intern. (D) Síndrome del pinçament isquiofemoral. Fletxa negra espai isquiofemoral. (E) Síndrome dels isquiotibials. Imatges extretes de Atlas de anatomía Humana 3D visible Body, versió 2023.05.005 (8). 30
- Figura 2:** Límits de l'EGP. (A) Esquema anatòmic de les estructures que formen els límits de l'EGP: Pir múscul piriforme, NC nervi ciàtic, LAF línia aspra del fèmur, LST lligament sacrotuberós, ISQ Tendó conjunt dels músculs isquiotibials. (B) imatge de dissecció anatòmica dels límits de l'EGP: Pir múscul piriforme, GS múscul gèmin superior, OI múscul obturador intern, GI múscul gèmin inferior, QF múscul quadrat femoral, TM trocànter major, NC nervi ciàtic, LAF línia aspra del fèmur, ISQ Tendó conjunt dels músculs isquiotibials. Autor: font pròpia. 32
- Figura 3:** representació de les variants anatòmiques de la relació entre el NC i el múscul piriforme. (a) Pas del NC per sota del múscul piriforme. (b) Pas de estructures nervioses dividides a través i per sota del múscul piriforme. (c) Pas del NC dividit per sobre i per sota del múscul piriforme. (d) Pas del NC no dividit a través del múscul piriforme. (e) Pas del NC dividit a través i per sobre del múscul piriforme. (f) Pas del NC per sota del múscul piriforme i per sobre d'un múscul piriforme accessori. Imatge extreta de: Hernando MF, Cerezal L, Pérez-Carro L, Abascal F, Canga A. Deep gluteal syndrome: anatomy, imaging, and 34

management of sciatic nerve entrapments in the subgluteal space. *Skeletal Radiol.* 2015;44(7):919-34. (17).

Figura 4: Funció biomecànica del múscul piriforme: Fletxa discontinua taronja: moment de força del múscul piriforme. Fletxa continua taronja: moviment del cap femoral per acció del múscul piriforme. Fletxa discontinua blava: moment de força del múscul gluti mig. Fletxa continua blava: moviment de la diàfisis femoral per acció del múscul gluti mig. Pir múscul piriforme, Gm múscul gluti mig, F fèmur, P pelvis. Imatge extreta adaptada de: Busquet L. *Las cadenas musculares. Miembros inferiores.* 5^a edició. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2006. 107 p. (19). **36**

Figura 5: Complementarietat i compensació de forces entre el múscul psoes ilíac i el múscul obturador intern. F fèmur, P pelvis, OI múscul obturador intern, PSI múscul psoes ilíac. Imatge extreta de: Busquet L. *Las cadenas musculares. Miembros inferiores.* 5^a edició. Barcelona: Editorial Paidotribo; 91 p. (19). **36**

Figura 6: Síndrome gèmins-obturador intern: Compressió del NC per efecte tisores entre el múscul piriforme i el complex GS-OI-GI. Línies blaves, representació efecte tisores. Pir múscul piriforme, GS gèmin superior, OI múscul obturador intern, GI gèmin inferior, QF múscul quadrat femoral, NC nervi ciàtic. Imatges extretes de: *Atlas de anatomía Humana 3D visible Body*, versió 2023.05.005 (8). **39**

Figura 7: Bandes fibrovasculars. (a) Bandes compressives tipus 1A, tipus pont que limita el moviment del nervi d'anterior a posterior. (b) Bandes compressives tipus 1B, tipus pont que limita el moviment de posterior a anterior. (c) Bandes compressives adherides tipus 2A, atrapen el nervi lateralment. (d) Bandes compressives adherides tipus 2B, atrapen el nervi medialment. (e) Bandes adherides al nervi tipus 3, **40**

amb distribució no definida. Imatge extreteres de: Hernando MF, Cerezal L, Pérez-Carro L, Abascal F, Canga A. Deep gluteal syndrome: anatomy, imaging, and management of sciatic nerve entrapments in the subgluteal space. Skeletal Radiol. 2015;44(7):919-34. (17).

Figura 8: Long stride walking test. Ens ajuda a diferenciar entre el pinçament isquiofemoral (dolor a la regió posterior del maluc en l'extensió del maluc) i la síndrome dels isquiotibials (dolor a nivell isquiàtic en el xoc de taló). Autor: font pròpia. 42

Figura 9: Test del pinçament isquiofemoral (IFI test): Es reproduïx el dolor al fer extensió del maluc en posició neutre o en adducció. El dolor disminueix al corregir la cama a abducció. Autor: font pròpia. 42

Figura 10: Test actiu del piriforme. En decúbit lateral es demana contracció en abducció i rotació externa del maluc contra resistència. Autor: font pròpia. 43

Figura 11: Test d'estirament del múscul piriforme. Es reproduïx el dolor quan el pacient realitza una flexió adducció i rotació interna del maluc estant el genoll en extensió i monitoritzant la regió de l'EGP amb la mà contrària. Autor: font pròpia. 43

Figura 12: Signe de Pace. Serà positiu quan el pacient presenti dolor en la maniobra de resistència bilateral en abducció d'ambdós malucs estant en sedestació. Autor: font pròpia. 43

Figura 13: Radiologia AP i axial: s'observa lesió tipus CAM. Imatge extreta de: Schubert R. Femoroacetabular impingement syndrome. <https://radiopaedia.org/articles/femoroacetabular-impingement-syndrome>. (32) 45

Figura 14: projecció en AP on es pot observar un arrencament de l'EIAI provocant un pinçament femoroacetabular tipus PINCER. Imatge 45

extreta de: de Sa D, Alradwan H, Cargnelli S, Thawer Z, Simunovic N, Cadet E, et al. Extra-Articular Hip Impingement: A Systematic Review Examining Operative Treatment of Psoas, Subspine, Ischiofemoral, and Greater Trochanteric/Pelvic Impingement. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2014;30(8):1026-41. (31)

Figura 15: Projecció de Dunn: es realitza amb el pacient en decúbit supí amb el maluc en flexió de 45°, 20° d'abducció i en rotació neutre. Es projecte el raig perpendicular al maluc i centrat a la sínfisis púbica: Aguilera B, Toro AF, Castillo JF. Revisión de conceptos actuales actualización en pinzamiento femoroacetabular. *Revista Colombiana de ortopedia y traumatología*. 2012; 26(1):61-72. (33) **46**

Figura 16: Imatge de RM en T2: Presència de pinçament isquiofemoral amb presència d'edema del múscul quadrat femoral (fletxa blanca): Imatge extreta de: Botser I, Safran MR. MR Imaging of the Hip. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2013;21(1):169-82. (35) **47**

Figura 17: Bandes fibrovasculars a l'EGP. Seqüències de tall axial en T1(superior) i en T2 (inferior) a nivell del múscul gèmin inferior i el tendó de l'obturador intern. S'observen bandes fibrovasculars tipus 1B (fletxes blanques contínues), els vasa vasorum (fletxes discontinúes), espai subgluti (puntes de les fletxes). Imatges extretes de: Koh E. Imaging of peripheral nerve causes of chronic buttock pain and sciatica. *Clin Radiol*. 2021; 76: 626e1-626e11. (18) **48**

Figura 18: Imatge de RM neurografia. S'observa un augment de senyal i un engruiximent dels dos nervis ciàtics (fletxes blanques) de predomini esquerre, amb edema de les parts toves adjacents. Imatge extreta de: Cejas C, Aguilar M, Falcón L, Caneo N, Acuña MC. Neurografía por resonancia magnética de alta resolución (3Tesla) del nervio ciático. *Radiología*. 2013;55(3):195-202. (38) **48**

- Figura 19:** Ecografia de l'EGP. Comportament del NC en les maniobres de rotació interna del maluc (a i c) i de rotació externa (b i d). En les imatges es mostra la primera (imatge de la dreta) i la última captura (imatge de l'esquerra). EL NC està marcat en color groc i els punts d'ancoratge en color vermell (b i d). A la rotació interna el NC es tracciona fins a nivell del múscul (*) obturador intern OI (línia blanca discontinua de l'esquerra) i a nivell del múscul gèmin inferior i quadrat femoral. (línia blanca discontinua de la dreta). Teixit connectiu d'ancoratge (fletxa contínua). Imatge extreta de: Badius R, Susín A, Morros C, Pujol M, Pérez-Cuenca D, Sala-Blanch X. Gemelli-obturator complex in the deep gluteal space: an anatomic and dynamic study. *Skeletal Radiol.* junio 2018;47(6):763-70. (14) **49**
- Figura 20:** Mapa de localització dels punts gatell (X) en el múscul piriforme i el múscul gluti mig. Patró de dolor referit (color vermell). Imatge extreta de: Simons DG, Travell JG, Simons LS. Dolor y disfunción miofascial: El manual de los puntos gatillo. 2a Edició. Madrid: Editorial Panamericana; 2010. (25) **50**
- Figura 21:** Automobilització neurodinàmica per al tractament de la síndrome del piriforme. Imatge extreta de: Michael Shacklock. Neurodinàmica clínica: un nuevo sistema en el tratamiento musculoesquelético. Amsterdam: Editorial Elsevier; 2007. (47) **51**
- Figura 22:** Tractament per a l'afectació del NC per lesió a nivell dels músculs isquiotibials. Imatge extreta de: Michael Shacklock. Neurodinàmica clínica: un nuevo sistema en el tratamiento musculoesquelético. Amsterdam: Editorial Elsevier; 2007. (47) **51**
- Figura 23:** Imatge intraquirúrgica de la col·locació i la relació dels portals. Pacient en decúbit supí en taula de tracció. Localització dels diferents portals: 1 portal anteromedial accessori, 2 portal anterolateral **54**

distal accessori, 3 portal anterolateral, 4 portal posterolateral, 5 portal posterolateral accessori. Imatge extreta de: Carro LP, Hernando MF, Cerezal L, et al. Deep gluteal space problems: piriformis syndrome, ischiofemoral impingement and sciatic nerve release. Muscles Ligaments Tendons J 2016; 6(3):384–396. (7)

Figura 24: Tractament endoscòpic. (A) localització mitjançant escopia de l'accés a l'espai subgluti. (B) Imatge endoscòpica d'alliberació del NC a l'altura del múscul obturador intern. OI múscul obturador intern, NC nervi ciàtic. Imatge extreta de: Carro LP, Hernando MF, Cerezal L, et al. Deep gluteal space problems: piriformis syndrome, ischiofemoral impingement and sciatic nerve release. Muscles Ligaments Tendons J 2016; 6(3):384–396. (7) **54**

Figura 25 : Distribució de les hemipelvis incloses a l'estudi N=20. Autor: font pròpia. **60**

Figura 26: Hemipelvis esquerra, amb dissecció fins a pla muscular. Autor: font pròpia. **63**

Figura 27: Sistemàtica de dissecció macro i microscòpica. (A) Abordatge d'accés a EGP: Fletxes via d'abordatge, GM múscul Gluti major. (B) Entrada a EGP: TCG teixit connectiu gras, TM trocànter major, Gm múscul gluti mig. (C i D) Dissecció de les estructures de EGP: Gm múscul Gluti menor, TM trocànter major, Pir múscul piriforme, NC nervi ciàtic, GS múscul gèmin superior, OI múscul obturador intern, GS múscul gèmin inferior, QF múscul quadrat femoral, ISQ músculs isquiotibials. Autor: font pròpia. **64**

Figura 28: Dades recollides en la fase d'estudi de les mostres de dissecció. (A) Distàncies entre la vora inferior del múscul piramidal fins al múscul OI (fletxa groga) i entre el múscul OI i la vora superior del QF (fletxa verda). Teixit connectiu periciàtic (triangles blancs). (B) Anàlisi **66**

de les variants anatòmiques de la sortida del NC a nivell del múscul piramidal (cercle blau), Distància entre la sortida del NC i la unió dels dos troncs principals fins a formar NC (fletxa blava), distància entre la vora inferior del múscul piramidal i el teixit fibrovascular (fletxa gris). Representació dels nervis fibular i tibial com s'uneixen formant NC (fletxes blanques). TFV teixit fibrovascular. Pir múscul piramidal. GS múscul gèmin superior. OI múscul obturador intern. GI múscul gèmin inferior. QF múscul quadrat femoral. Tp nervi fibular. Tt nervi tibial. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

Figura 29: Ultracongelació de les pelvis a -80°C . Autor: font pròpia. **68**

Figura 30: Fase de desengreixat. Autor: font pròpia. **68**

Figura 31: Tanc d'acer usat a la fase d'impregnació per a realitzar el buit de les peces ja tractades prèviament. Autor: font pròpia. **69**

Figura 32: Fases del procés de plastinació i durada del seu procés per a 25-30 talls (Total de 39 dies). Autor: font pròpia. **70**

Figura 33: Talls axials analitzats a la segona part de l'estudi. **(A)** Estructures de l'EGP: Gm múscul gluti menor, TM trocànter major, Pir múscul piriforme, NC nervi ciàtic, GS múscul gèmin superior, OI múscul obturador intern, GS múscul gèmin inferior, QF múscul quadrat femoral, ISQ múscul isquiotibials. **(B)** Localització dels 7 talls axials objecte d'estudi. Imatges estretes de Atlas de anatomía Humana 3D visible Body, versió 2023.05.005 (8) **71**

Figura 34: Anàlisi dels talls axials. Cercle groc: NC nervi ciàtic. Perímetre central blau: àrea de teixit connectiu periciàtic Blau. DL digitació lateral. DM digitació medial. GM múscul gluti major. GS/OI interval entre el múscul gèmin superior i el múscul obturador intern. TM trocànter major. CC Còccix. Autor: font pròpia. **73**

- Figura 35:** Compartimentació de l'EGP al voltant del NC en 10 seccions per l'extracció de talls per a l'estudi histològic convencional. Autor: font pròpia. **74**
- Figura 36:** Secció de NC amb preparació amb tricròmic de Masson. Perímetre: teixit connectiu periciàtic. TxTM: teixit muscular. TxTNv: teixit nerviós. Autor: font pròpia. **77**
- Figura 37:** Dissecció anatòmica on es mostra un piriforme bífid amb l'entrada del NC a l'EGP bifurcat. Pir piriforme. Tt tronc tibial. Tp tronc fibular. TM trocànter major. Autor: font pròpia. **80**
- Figura 38:** Distàncies de la unió del NC des de la vora inferior del piriforme en mil·límetres. DT distàncies. E espècimens humans. Autor: font pròpia. **81**
- Figura 39:** Unió del tronc fibular (Tp) i el tronc tibial(Tt) formant el NC dins l'EGP. Autor: font pròpia. **82**
- Figura 40:** Distribució de les variants anatòmiques del TFV en la nostra mostra N=14. Autor: font pròpia. **84**
- Figura 41:** (A) Teixit fibrovascular 1B. (B)Teixit fibrovascular tipus 2A. (C) Teixit fibrovascular tipus 2B. Fletxes: Teixit fibrovascular. OI múscul obturador intern. Pir múscul piriforme. NC nervi ciàtic. TM trocànter major. Tm trocànter menor. Autor: font pròpia. **85**
- Figura 42:** (A)Teixit connectiu periciàtic dins l'EGP. Fletxes: teixit connectiu. TM trocànter major. Tm trocànter menor. Pir múscul piriforme. GS múscul gèmin superior. OI múscul obturador intern. GI múscul gèmin inferior . QF múscul quadrat femoral. NC nervi ciàtic. (a) Ampliació regió proximal amb presència de teixit connectiu periciàtic entre el múscul GS i l'OI. (b) Ampliació regió mitja amb presència de teixit connectiu periciàtic a nivell del múscul OI. (c) Ampliació de la regió **86**

distal amb presència de teixit connectiu periciàtic entre els músculs GI i QF. Autor: font pròpia.

Figura 43: Teixit connectiu periciàtic a la regió més distal. Disposició circumferencial formant una cuirassa perineural. Fletxes: teixit connectiu periciàtic. ISQ tendó dels músculs isquiotibials. NC nervi ciàtic. QF múscul quadrat femoral. Autor: font pròpia. **87**

Figura 44: Teixit connectiu periciàtic a la cara anteromedial del NC. TM trocànter major. Pir múscul piriforme. GS múscul gèmin superior. OI múscul obturador intern. GI múscul gèmin inferior. QF múscul quadrat femoral. NC nervi ciàtic. **(A)** Groc: disposició del teixit connectiu cap al pla intermuscular entre els músculs GS i GI. Verd: disposició del teixit connectiu cap al pla intermuscular entre els músculs GI i QF. **(B)** Fletxa groga: distància entre la vora inferior del múscul piriforme i la vora superior del múscul OI, distància mitjana. Fletxa verda: distància entre el múscul OI i la vora superior del múscul QF, distància mitjana. Autor: font pròpia. **89**

Figura 45: Tall axial 1, entrada del NC a l'EGP. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial. CF cap del fèmur. Pir múscul piriforme. TGm tendó del múscul gluti mig. GM múscul gluti major. LSE lligament sacroespínós. CC còccix. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia. **92**

Figura 46: Tall axial 2, interval entre el múscul piriforme i el gèmin superior. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial. CF cap femoral. TPir tendó del múscul piriforme. GS múscul gèmin superior. TM trocànter major. GM múscul gluti major. LSE lligament sacroespínós. CC còccix. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia. **93**

Figura 47: Tall axial 3: interval entre el múscul gèmin superior i l'obturador intern. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial. CF cap femoral. GS múscul gèmin superior. TOI tendó **95**

del múscul obturador intern. TM trocànter major. GM múscul gluti major. CC còccix. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

Figura 48: Tall axial 4: múscul obturador intern. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial. EF epífisi femoral. OI múscul de l'obturador intern. ICC múscul iliococcigi. TM trocànter major. GM múscul gluti major. CC còccix. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia. **96**

Figura 49: Tall axial 5: interval entre el múscul obturador intern i el múscul gèmin inferior. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial. EF epífisi femoral. GI gèmin inferior. OI múscul obturador intern. ICC múscul iliococcigi. TM trocànter major. GM múscul gluti major. CC còccix. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia. **98**

Figura 50: Tall axial 6: vora superior del múscul quadrat femoral. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial reorganitzant-se. MF metàfisi femoral. TPI tendó del múscul psoes ilíac. FO forat obturat. OE múscul obturador extern. OI múscul obturador intern. QF múscul quadrat femoral. Tm trocànter menor. GM múscul gluti major. TISQ tendó conjunt dels músculs isquiotibials. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia. **99**

Figura 51: Tall axial 7: múscul quadrat femoral i espai isquiofemoral. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial. MF metàfisi femoral. TPI tendó del múscul psoes ilíac. EIF espai isquiofemoral. OE múscul obturador extern. OI múscul obturador intern. QF múscul quadrat femoral. Tm trocànter menor. GM múscul gluti major. TISQ tendó conjunt dels músculs isquiotibials. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia. **100**

Figura 52: Relació de les àrees del teixit connectiu periciàtic dins EGP en l'hemipelvis 1 (mm²). Autor: font pròpia. **102**

Figura 53: Relació de les àrees del teixit connectiu periciàtic dins EGP en l'hemipelvis 2 (mm ²). Autor: font pròpia.	
Figura 54: Relació de les àrees del teixit connectiu periciàtic dins EGP en l'hemipelvis 3 (mm ²). Autor: font pròpia.	103
Figura 55: Relació de les àrees del teixit connectiu periciàtic dins EGP en l'hemipelvis 4 (mm ²). Autor: font pròpia.	104
Figura 56: Gràfic comparatiu de les relacions de les àrees de teixit connectiu periciàtic dins EGP de cada una de les 4 hemipelvis analitzades (mm ²). Autor: font pròpia.	105
Figura 57: Àrea mitjana de teixit connectiu periciàtic present dins l'EGP N=4 (mm ²). Autor: font pròpia. Autor: font pròpia.	107
Figura 58: Representació gràfica de les longituds de les digitacions laterals de cada tall axial. Autor: font pròpia.	110
Figura 59: Representació gràfica de les longituds de les digitacions medials de cada tall axial. Autor: font pròpia.	110
Figura 60: Representació gràfica de les longituds mitjanes de les digitacions laterals de cada tall axial. Autor: font pròpia.	112
Figura 61: Representació gràfica de les longituds mitjanes de les digitacions medials de cada tall axial. Autor: font pròpia.	112
Figura 62: Tall axial 2, interval entre el múscul piriforme i el múscul gèmin superior, P40: Teixit connectiu d'interposició present (fletxes vermelles). CF cap femoral. TPir tendó del múscul piriforme. GS múscul gèmin superior. GM múscul gluti major. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.	114

- Figura 63:** Tall histològic tricròmic de Masson: TxtM teixit muscular. **114**
TxtNv teixit nerviós. Fletxa BLAVA epimisi. Fletxa VERDA epineuri.
Fletxa doble VERMELLA teixit connectiu d'interposició anterior i
posterior . Autor: font pròpia.
- Figura 64:** Tall axial 6 vora superior del múscul quadrat femoral, P40: **115**
No es discerneix teixit connectiu d'interposició (fletxes negres). MF
metàfisi femoral. OI múscul obturador intern. OE múscul obturador
extern. QF múscul quadrat femoral. TISQ tendó conjunt dels músculs
isquiotibials. GM múscul gluti major. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.
- Figura 65:** Tall histològic tricròmic de Masson: TxtM teixit muscular. **115**
TxtNv teixit nerviós. TISQ tendó de la musculatura isquiotibial. Fletxa
BLAVA epimisi. Fletxa VERDA epineuri. Fletxa doble VERMELLA teixit
connectiu d'interposició. Autor: font pròpia.
- Figura 66:** Tall axial 7 múscul quadrat femoral i espai isquiofemoral, **116**
P40: NO es discerneix teixit connectiu d'interposició (fletxes negres). MF
metàfisi femoral. EIF espai isquiofemoral. QF múscul quadrat femoral.
TISQ tendó conjunt dels músculs isquiotibials. GM múscul gluti major.
NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.
- Figura 67:** Tall histològic tricròmic de Masson: TxtM teixit muscular. **116**
TxtNv teixit nerviós. TISQ tendó de la musculatura isquiotibial. Fletxa
BLAVA epimisi. Fletxa VERDA epineuri. Fletxa doble VERMELLA teixit
connectiu d'interposició. Autor: font pròpia.

ÍNDIX DE TAULES

	Pàgina
Taula 1: Límits de l'EGP (9).	31
Taula 2: Proposta d'abordatge endoscòpic per a neuròlisi del NC. Martin el al. (53).	53
Taula 3: Dades de filiació del donant.	61
Taula 4: Variables d'estudi en la fase de macro i microdissecció.	61
Taula 5: Variables d'estudi en la fase de plastinació P40 (Biodur®).	61
Taula 6: Recollida de dades en la fase de macro i microdissecció.	65
Taula 7: Selecció de talls a estudi segons importància anatòmica.	72
Taula 8: Estructures segons la tinció amb tricròmic de Masson.	76
Taula 9: Tipus d'entrada del NC dins l'EGP.	80
Taula 10: Distància d'unió del NC des de la vora inferior del múscul piriforme.	81
Taula 11: Distància mitjana d'unió del NC des de la vora inferior del múscul piriforme.	81
Taula 12: Presència de teixit fibrovascular amb el NC en un total de 14 de 15 disseccions. Distància des de la vora inferior del múscul piriforme.	83
Taula 13: Distància mitjana del teixit fibrovascular des de la vora inferior del múscul piriforme.	83

Taula 14: Variants anatòmiques observades en la relació del teixit fibrovascular amb el NC.	84
Taula 15: Distàncies en mil·límetres per a l'estudi dels punts d'ancoratge antero-medials del NC dins l'EGP.	88
Taula 16: Distàncies i relació entre, la vora inferior del múscul piriforme i OI i entre el múscul OI i la vora superior del múscul QF.	88
Taula 17: Distància mitja des de la vora inferior del múscul piriforme a la vora superior del múscul OI.	89
Taula 18: Distància mitjana i desviació estàndard des del múscul OI a la vora superior del múscul QF.	89
Taula 19: Relació de les àrees de teixit connectiu periciàtic en la hemipelvis 1 dels talls axials analitzats.	102
Taula 20: Relació de les àrees de teixit connectiu periciàtic en la hemipelvis 2 dels talls axials analitzats.	103
Taula 21: Relació de les àrees de teixit connectiu periciàtic en la hemipelvis 3 dels talls axials analitzats.	104
Taula 22: Relació de les àrees de teixit connectiu periciàtic en la hemipelvis 4 dels talls axials analitzats.	105
Taula 23: Mitjana i desviació estàndard de les àrees de teixit connectiu periciàtic en funció del tall axial analitzat en el total de les hemipelvis estudiades.	106

Taula 24: Distàncies de les digitacions d'adhesió de teixit connectiu laterals i medials. **109**

Taula 25: Distància mitjana i desviació estàndard de les digitacions d'adhesió de teixit connectiu periciàtic laterals i medials. **111**

LLISTAT D'ABREVIATURES

AP: Anteroposterior.

CEBRU: Comitè d'ètica i bioseguretat de la Universitat de Girona.

DL: Digitacions laterals.

DM: Digitacions medials.

DT: Distància.

E: Especificitat.

EGP: Espai gluti profund.

EIAI: Espina ilíaca anteroinferior.

FABRE: Flexió, abducció i rotació externa.

FADRI: Flexió, adducció i rotació interna.

FAI: Impingement femoroacetabular.

GI: Múscul gèmin inferior.

GS: Múscul gèmin superior.

GS-OI-GI: Grup muscular gèmin superior, obturador intern, gèmin inferior.

HP: Hemipelvis.

IFI: Impingement isquiofemoral.

mm: mil·límetres.

mm²: mil·límetres quadrats.

NC: Nervi ciàtic.

OI: Múscul obturador intern.

PIF: Pinçament isquiofemoral.

QF: Múscul quadrat femoral.

RM: Ressonància magnètica.

S: Sensibilitat.

SGP: Síndrome de l'espai gluti profund.

TA: Tall axial.

TC: Tomografia axial computeritzada.

UdG: Universitat de Girona.

RESUM

El dolor a la regió posterior del maluc sense patologia lumbar, farà que orientem l'estudi cap a la regió de l'espai subgluti. Es defineix com a síndrome del gluti profund.

La síndrome del gluti profund és una entitat etiològicament molt extensa. Dins les múltiples causes totes tenen en comú, la compressió sobre el nervi ciàtic al seu pas per l'espai gluti profund. Històricament s'ha descrit com a causa de compressió: el múscul piriforme, el complex gèmin inferior, gèmin superior i obturador intern, el pinçament isquiofemoral o al tendó dels isquiotibials.

Amb l'inici dels tractaments endoscòpics, es defineixen noves causes. Es parla de la possibilitat de compressió del nervi per teixit fibrovascular o per teixit fibrós periciàtic.

El teixit connectiu inclou el nervi ciàtic proporcionant-li protecció al seu pas per un espai on està exposat a moltes estructures anatòmiques. A més li ha de conferir certa llibertat de moviment per poder-se adaptar als moviment de rotació del maluc. Així doncs quina importància té aquest teixit connectiu periciàtic, i quin paper juga en la síndrome del gluti profund?

Proposem amb aquesta tesi la realització d'un estudi anatòmic detallat, posant el centre d'atenció en el teixit connectiu periciàtic. En determinem les relacions existents amb les estructures perifèriques i analitzem si poden ser elements causals de patologia.

Es realitza un estudi anatòmic que consta de tres parts:

- Una primera part d'estudi amb macro i microdissecció amb 15 hemipelvis pertanyents al laboratori d'anatomia de la Universitat de Girona (UdG).
- Una segona, en què es realitzen talls semifins en 2 pelvis ultracongelades. Es sotmeten els talls axials a un procés de plastinació amb tècnica Biodur® P40 per poder analitzar l'espai subgluti sense haver-ne de manipular el teixit connectiu.

- Una tercera part, on es realitza un estudi histològic bàsic per a determinar les característiques de continuïtat del teixit connectiu a la cara anterior de l'espai gluti profund.

En la primera part es dissequen un total de 15 hemipelvis humanes. S'aborda l'espai subgluti elevant el gluti major. Un cop dins l'espai amb una dissecció amb microscopi es determina la presència de teixit connectiu periciàtic. Es defineix la seva disposició i com es relaciona amb les estructures musculars, sinovials i tendinoses. També s'analitzen les variants anatòmiques trobades i es contrasta amb la bibliografia. Es corrobora la presència de teixit connectiu més organitzat a la cara antero-medial, presentant una disposició a plans profunds a nivell de l'interval muscular entre el múscul gèmin superior (GS) i el múscul obturador intern (OI) i entre el múscul gèmin inferior (GI) i el múscul quadrat femoral (QF). Aprofundir en l'estudi d'aquest teixit connectiu per determinar la seva disposició a plans profunds no és viable a través de la macro i microdissecció.

En talls axial i utilitzant plastinació P40 Biodur® s'aconsegueix prosseguir en la nostra descripció anatòmica. Es realitza una selecció estratègica dels talls axials. En definim l'àrea en cada un dels talls i realitzem una descripció de les adhesions que presenta el teixit connectiu amb les estructures veïnes. Es descriu un patró constant d'adhesió a nivell lateral i medial. A nivell lateral s'observa una adhesió més sòlida i contínua mentre que a nivell medial l'adhesió és més erràtica i amb una disposició discontinua. Aquesta troballa fa que puguem descriure una sistemàtica d'actuació en la neuròlisi per endoscòpia, proposant la descompressió de les possibles causes compressives, i l'alliberació del nervi per la seva vora lateral. Aquesta proposta d'actuació, fa de la intervenció, una tècnica més segura i eficient.

El nervi ciàtic dins l'espai gluti profund presenta una disposició d'excentricitat anterior, amb un contacte directe entre el cara anterior de l'epineuri i la cara posterior de l'epimisi de la musculatura pelvitrocantèrica. Mitjançant la tècnica de plastinació no podem determinar la presència de teixit d'interposició entre aquestes dues estructures.

L'estudi histològic amb tricròmic de Masson ens permet determinar la presència de teixit connectiu interposat entre el nervi ciàtic i la musculatura pelvitrocantèrica. Per tant podem definir que el nervi ciàtic es troba completament

protegit per teixit connectiu en el seu pas per l'espai gluti profund, essent de mínim gruix a la seva cara anterior.

Gràcies a l'estudi anatòmic i essent coneixedors de la biomecànica articular en podem definir una nova entitat etiològica. L'excentricitat anterior del nervi ciàtic dins l'espai subgluti i la contigüitat a amb les estructures musculars profundes (GS, OI, GI i QF), farà que en situacions de patiment muscular, l'anòxia perllongada alliberi substàncies irritants a l'interstici, afectant el nervi ciàtic. En aquest cas estaríem davant d'una nova etiologia de característiques no compressives.

RESUMEN

El dolor en la región posterior de la cadera sin patología lumbar hará que orientemos el estudio hacia la región del espacio subglúteo. Se define como síndrome del glúteo profundo.

El síndrome del glúteo profundo es una entidad etiológicamente muy extensa. Dentro de las múltiples causas, todas tienen en común la compresión sobre el nervio ciático a su paso por el espacio glúteo profundo. Históricamente se ha descrito como causa de compresión: el músculo piriforme, el complejo gémino inferior, gémino superior y obturador interno, el pinzamiento isquiofemoral o el tendón de los isquiotibiales.

Con el inicio de los tratamientos endoscópicos, se definen nuevas causas. Se habla de la posibilidad de compresión del nervio por tejido fibrovascular o por tejido fibroso periciático.

El tejido conectivo incluye el nervio ciático proporcionándole protección a su paso por un espacio en el que está expuesto a muchas estructuras anatómicas. Además, debe conferirle cierta libertad de movimiento para poder adaptarse a los movimientos de rotación de la cadera. Así pues, ¿qué importancia tiene este tejido conectivo periciático y qué papel juega en el síndrome del glúteo profundo?

Proponemos con esta tesis la realización de un estudio anatómico detallado, poniendo el centro de atención en el tejido conectivo periciático. Determinamos las relaciones existentes con las estructuras periféricas y analizamos si pueden ser elementos causales de patología.

Se realiza un estudio anatómico que consta de tres partes:

- Una primera parte de estudio con macro y microdissección con 15 hemipelvis pertenecientes al laboratorio de anatomía de la Universidad de Girona (UdG).
- Una segunda, en la que se realizan cortes semifinos en 2 pelvis ultracongeladas. Se someten los cortes axiales a un proceso de plastinación con técnica Biodur ® P40 para poder analizar el espacio subglúteo sin tener que manipular el tejido conectivo.

- Una tercera parte, donde se realiza un estudio histológico básico para determinar las características de continuidad del tejido conectivo en la cara anterior del espacio glúteo profundo.

En la primera parte se disecan un total de 15 hemipelvis humanas. Se aborda el espacio subglúteo elevando el glúteo mayor. Una vez en el espacio con una disección con microscopio se determina la presencia de tejido conectivo periciático. Se define su disposición y cómo se relaciona con las estructuras musculares, sinoviales y tendinosas. También se analizan las variantes anatómicas encontradas y se contrasta con la bibliografía. Se corrobora la presencia de tejido conectivo más organizado en la cara anteromedial, presentando una disposición a planos profundos a nivel del intervalo muscular entre el músculo gémimo superior (GS) y el músculo obturador interno (OI) y entre el músculo gémimo inferior (GI) y el músculo cuadrado femoral (QF). Profundizar en el estudio de este tejido conectivo para determinar su disposición a planos profundos no es viable a través de la macro y la microdisección.

En cortes axiales y utilizando plastinación P40 Biodur ® se logra proseguir en nuestra descripción anatómica. Se realiza una selección estratégica de los cortes axiales. Definimos el área en cada uno de los cortes y realizamos una descripción de las adhesiones que presenta el tejido conectivo con las estructuras vecinas. Se describe un patrón constante de adhesión a nivel lateral y medial. A nivel lateral se observa una adhesión más sólida y continua, mientras que a nivel medial la adhesión es más errática y con una disposición discontinua. Este hallazgo hace que podamos describir una sistemática de actuación en la neurólisis por endoscopia, proponiendo la descompresión de las posibles causas compresivas, y la liberación del nervio por su borde lateral. Esta propuesta de actuación hace de la intervención una técnica más segura y eficiente.

El nervio ciático dentro del espacio glúteo profundo presenta una disposición de excentricidad anterior, con un contacto directo entre la cara anterior del epineuri y la cara posterior del epimisio de la musculatura pelvitrocantérea. Mediante la técnica de plastinación, no podemos determinar la presencia de tejido de interposición entre estas dos estructuras.

El estudio histológico con tricrómico de Masson nos permite determinar la presencia de tejido conectivo interpuesto entre el nervio ciático y la musculatura pelvitrocantérea. Por lo tanto, podemos definir que el nervio ciático se encuentra completamente protegido por tejido conectivo en su paso por el espacio glúteo profundo, siendo de mínimo espesor en su cara anterior.

Gracias al estudio anatómico y siendo conocedores de la biomecánica articular podemos definir una nueva entidad etiológica. La excentricidad anterior del nervio ciático dentro del espacio subglúteo y la contigüidad a con las estructuras musculares profundas (GS, OI, GI y QF), hará que, en situaciones de sufrimiento muscular, la anoxia prolongada libere sustancias irritantes en el intersticio, afectando al nervio ciático. En ese caso estaríamos ante una nueva etiología de características no compresivas

ABSTRACT

Pain in the buttock region without lumbar pathology will lead us to focus the study on the region of the subgluteal space. This is defined as the deep gluteal syndrome.

The deep gluteal syndrome is a condition with a very broad etiological basis. Among the many causes, all have in common the compression of the sciatic nerve as it passes through the deep gluteal space. Historically, compression has been described as caused by the piriformis muscle, the inferior gemellus complex, gemellus superior, and internal obturator, ischiofemoral impingement, or the hamstring tendon.

With the advent of endoscopic treatments, new causes are defined. It is suggested that nerve compression may occur due to fibrovascular tissue or perisciatic fibrous tissue.

The connective tissue includes the sciatic nerve, providing protection as it passes through a space exposed to many anatomical structures. Furthermore, it must provide some degree of mobility to adapt to hip rotation movements. So, what is the significance of this perisciatic connective tissue, and what role does it play in deep gluteal syndrome?

With this thesis, we propose a detailed anatomical study, focusing on perisciatic connective tissue. We determine the relationships with peripheral structures and analyze if they could be causative factors of pathology.

The anatomical study consists of three parts:

- The first part involves macro and microdissection of 15 hemipelvis from the Anatomy Laboratory of the University of Girona (UdG).
- The second part includes semi-thin sectioning of 2 ultrafrozen pelvis. The axial sections are subjected to plastination with Biodur® P40 technique to analyze the subgluteal space without manipulating the connective tissue.
- The third part consists of basic histological study to determine the continuity characteristics of the connective tissue on the anterior face of the deep gluteal space.

In the first part, a total of 15 human hemipelvis are dissected. The deep gluteal space is approached by lifting the gluteus maximus. Microscopic dissection is used to identify perisciatic connective tissue. Its arrangement and how it relates to muscular, synovial, and tendinous structures are defined. Anatomical variations are also analyzed and compared with the literature. The presence of more organized connective tissue on the anteromedial side is confirmed, presenting a deep plane arrangement between the superior gemellus (GS) and internal obturator (OI) muscles and between the inferior gemellus (GI) and quadratus femoris (QF) muscles. Studying the deep arrangement of this connective tissue is not feasible through macro and microdissection.

In axial sections and using Biodur® P40 plastination, we continue our anatomical description. Strategic sections are selected, and the area in each section is defined, along with a description of the adhesions that the connective tissue presents with neighbouring structures. A consistent pattern of adhesion is described, with a more solid and continuous adhesion on the lateral side, while adhesion on the medial side is more erratic and discontinuous. This finding allows us to propose a systematic approach to endoscopic neurolysis, suggesting decompression of potential compressive causes and nerve release from its lateral edge. This proposed approach makes the procedure safer and more efficient.

Within the deep gluteal space, the sciatic nerve has an anterior eccentricity, with direct contact between the anterior epineurium and the posterior perimysium of the deep hip muscles. Through plastination, we cannot determine the presence of interposed tissue between these two structures.

The histological study with Masson's trichrome staining allows us to determine the presence of connective tissue interposed between the sciatic nerve and the deep hip musculature. Therefore, we can define that the sciatic nerve is completely protected by connective tissue as it passes through the deep gluteal space, with minimal thickness on its anterior side.

Thanks to the anatomical study and our knowledge of joint biomechanics, we can define a new etiological entity. The anterior eccentricity of the sciatic nerve within the subgluteal space and its proximity to deep muscular structures (GS, OI,

GI, and QF) means that in cases of muscular distress, prolonged anoxia can release irritating substances into the interstitium, affecting the sciatic nerve. In that case, we would be dealing with a new etiology with non-compressive characteristics.

1. INTRODUCCIÓ

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Justificació

Des de fa unes quantes dècades s'ha anat donant valor al dolor de la regió posterior del maluc, convertint-se en una entitat clínica pròpia. Es tracta d'un dolor inespecífic, somort i no invalidant, però mantingut en el temps (1). S'ha hipotetitzat la possibilitat que l'origen de la problemàtica podria ser a nivell de la zona posterior del maluc, en profunditat al gluti major, i podria estar radicada a estructures importants presents en aquesta zona, com el nervi ciàtic (NC) (2).

Definida la regió que origina el dolor, la coneguda com a zona profunda de la regió glútia, la dificultat rau en saber quina es la seva fisiopatologia (2), quines estructures estarien implicades, i quines opcions diagnòstiques i terapèutiques tenim. Actualment el diagnòstic presenta importants limitacions, així com determinar-ne quina és la causa i encara més proposar tractaments invasius per l'elevat desequilibri entre el risc i el seu benefici.

La pròpia definició de la paraula síndrome, *conjunt de símptomes i/o signes que defineixen clínicament un estat patològic* (3), ja ens dona a entendre el perquè de la necessitat d'ampliar coneixement sobre l'espai gluti profund (EGP).

En la literatura no estan ben definits tests diagnòstics específics (2), i encara menys existeixen proves d'imatge fiables que confirmin les sospites diagnòstiques dels professionals. Aquest fet fa que la majoria de vegades s'infradiagnostiqui i no es doni el valor clínic que la patologia es mereix.

Històricament, el dolor a la regió posterior del maluc sovint s'explicava per causa lumbar, definint la clínica com a pseudo-ciàtica. En estudis posteriors es creia que l'espasme del piriforme, en casos de sacroilitis, podia ser la causa d'irritació sobre el NC. EL 1947, Robinson(4) va parlar per primera vegada de la síndrome del piriforme.

A l'any 1977, Johnson(5) va descriure per primera cop el pinçament isqui-femoral com a causant de dolor a la part posterior del maluc. Va estudiar un total de 3 casos en pacients que havien estat intervinguts prèviament, dos de pròtesis total de maluc i un de osteotomia femoral. Descriu com a tractament del pinçament la resecció oberta del trocànter menor, aconseguint millora clínica en els tres pacients.

Es definia la segona entitat com a possible causant d'aquest dolor, l'espai isquiofemoral.

Amb el temps, la clínica no s'explicava només amb aquestes dues entitats, es feia un sobre diagnòstic i moltes vegades la resolució de la clínica fracassava. No va ser fins l'any 1999 que Mc Crory i Bell (6) varen proposar redefinir-ne el terme i passar a parlar d'una síndrome més genèrica, la síndrome de l'espai gluti profund (SGP). Aquesta nova definició implicava més estructures com a possibles causes etiopatogèniques d'un mateix dolor. Actualment s'accepta com a etiologia de dolor a la regió posterior del maluc, integrats dins la SGP, les següents entitats(1,4-7) *(Figura 1)*:

- Síndrome del piriforme.
- Síndrome del gèmins-obturador intern.
- Síndrome de pinçament isquiofemoral.
- Síndrome dels isquiotibials.

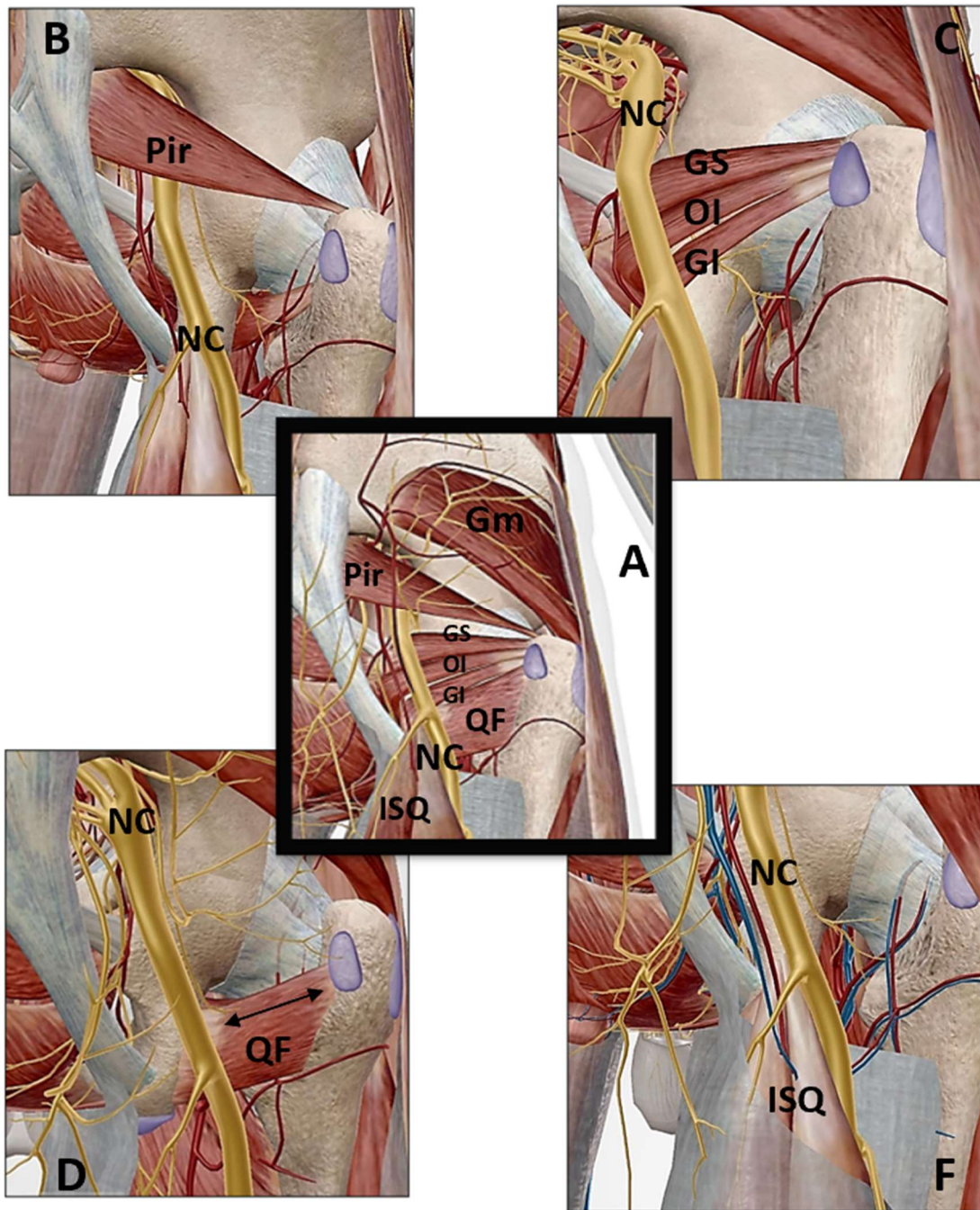


Figura 1: Localització anatòmica de les entitats que formen la SGP: (A) localització general de les principals estructures implicades en la SGP. Gm múscul gluti mig, Pir múscul piriforme, GS múscul gèmin superior, OI múscul obturador intern, GI múscul gèmin inferior, QF múscul quadrat femoral, NC nervi ciàtic, ISQ tendó dels músculs isquiotibials. (B) Síndrome del piriforme. (C) Síndrome del gèmins-obturador intern. (D) Síndrome del pinçament isquiofemoral. Fletxa negra espai isquiofemoral. (E) Síndrome dels isquiotibials. Imatges extretes de Atlas de anatomía Humana 3D visible Body, versió 2023.05.005 (8).

Tot i que cada vegada hi ha més entitats definides com a causes de dolor, cal destacar que també hi ha les possibles alteracions anatòmiques com les estructures fibrovasculars o possibles adherències per causes traumàtiques (7).

Ens trobem davant un calaix de sastre on cada vegada hi ha més elements implicats que, directe o indirectament, poden ser causants de dolor irritatiu a nivell del NC a l'EGP. En la present tesis pretenem realitzar un estudi anatòmic canviant el punt d'enfoc. Proposem centrar l'estudi en l'anatomia del NC com a element central, i valorar les interrelacions amb les estructures anatòmiques annexes, determinant així si poden ser les causants de la clínica descrita en la SGP.

1.2 Anatomia de l'espai gluti profund

L'EGP el conforma el teixit cel·luloadipós situat anterior al múscul gluti major i posterior al múscul gluti mig. Aquest espai es limita anatòmicament, per diferents estructures a nivell de la pelvis. (*Taula1*) (*Figura 2*).

Taula 1: Límits de l'EGP (9).

Límit	Estructura anatòmica
Posterior	Múscul gluti major
Anterior	Vora posterior del cap femoral
Lateral	Línia de trifurcació de la línia aspra del fèmur
Medial	Lligament sacrotuberós
Superior	Marge inferior de l'escotadura ciàtica major
Inferior	Origen del tendó conjunt del múscul isquiotibial.

Dins l'EGP trobem de superior a inferior el múscul piriforme, el múscul gèmin superior (GS), el múscul obturador intern (OI), el múscul gèmin inferior (GI) i el múscul quadrat femoral (QF). El múscul piriforme ocupa una posició central i serveix de referència per a la localització de les estructures vasculonervioses que emergeixen per sobre i per sota del seu ventre muscular.

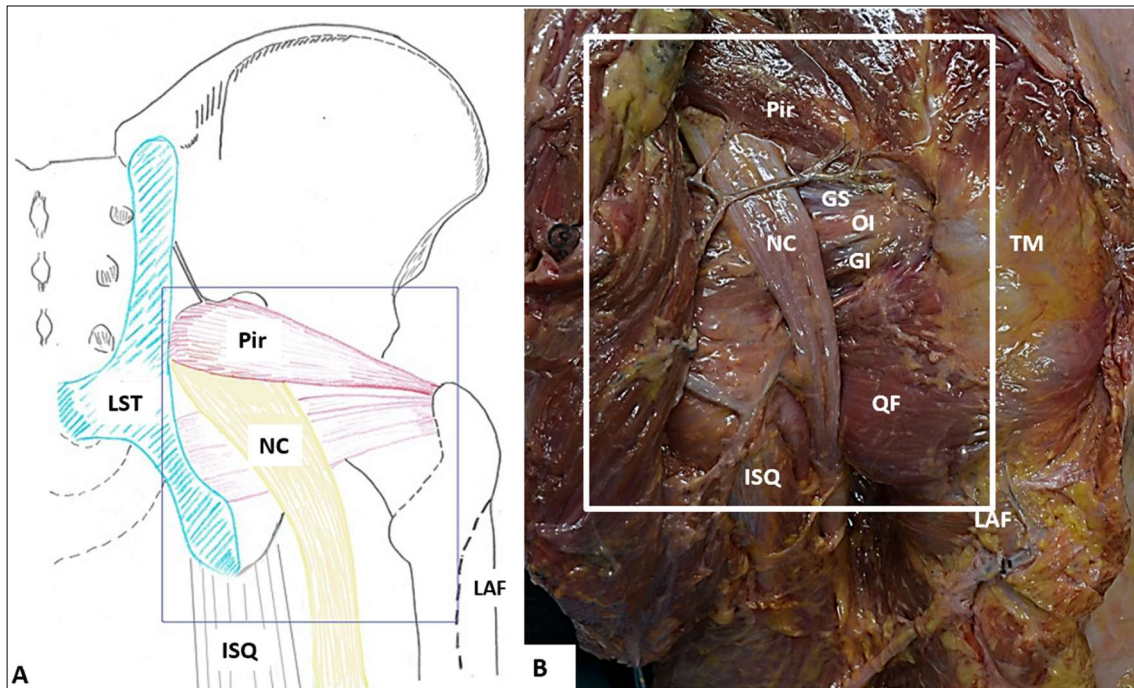


Figura 2: Límits de l'EGP. (A) Esquema anatòmic de les estructures que formen els límits de l'EGP: Pir múscul piriforme, NC nervi ciàtic, LAF línia aspra del fèmur, LST lligament sacretuberós, ISQ Tendó conjunt dels músculs isquiotibials. (B)imatge de dissecció anatòmica dels límits de l'EGP: Pir múscul piriforme, GS múscul gèmin superior, OI múscul obturador intern, GI múscul gèmin inferior, QF múscul quadrat femoral, TM trocànter major, NC nervi ciàtic, LAF línia aspra del fèmur, ISQ Tendó conjunt dels músculs isquiotibials. Autor: font pròpia.

La patogènia de la SGP ha estat relacionada amb diferents causes (7). A nivell de l'origen dels isquiotibials a la tuberositat isquiàtica es defineix la síndrome dels isquiotibials, sovint causada per traumatismes o microtraumatismes de repetició. La tendinosis, la generació d'adherències o el propi traumatisme pot causar irritació del NC a aquest nivell donant dolor a la regió posterior del maluc. També ho explicarien ruptures fibril·lars de repetició o desinserció del tendó conjunt. Serà important a l'hora de plantejar tractament en aquest nivell l'alliberació de la part lateral del tendó conjunt amb la part medial del NC (10).

Una mica més proximal es defineix un congost anatòmic entre la tuberositat isquiàtica i el trocànter menor, l'espai isquiofemoral (11). Dins aquest congost hi trobem el múscul QF i el NC. El pinçament en aquest nivell pot ser una altra de les causes. Aquest espai sovint es veu disminuït per alteracions morfològiques a nivell del trocànter menor o de l'ísquium, defectes rotacionals del maluc o una mala implantació de pròtesis (12,13). Quan es defineix la síndrome del pinçament

isquiofemoral (PIF), sol anar acompanyat de lesió estructurada del propi múscul QF en forma d'edema o atrofia grassa.

A nivell més cranial trobem un conjunt d'estructures musculotendinoes. Es tracta d'un seguit de tendons, burses sinovials i musculatura en íntima relació amb el nervi que podrien condicionar la mobilitat del nervi en els moviments de rotació del maluc (1,14). De inferior a superior hi trobem el múscul GI, el múscul OI i el múscul GS. Sovint la inserció del tendó del múscul piriforme conflueix amb el del complex gèmins-obturador intern, dirigint-se cap a la fosseta piriforme del fèmur (15).

La darrera estructura anatòmica, la més cranial, es el múscul piriforme. Es defineix la síndrome del piriforme (4) quan per sobre activació del propi múscul es produeix la irritació del NC, donant dolor a la regió posterior del maluc. Està molt estudiada la relació entre el múscul piriforme i el NC, junt amb les seves diferents variants anatòmiques. Hi ha sis possibles relacions anatòmiques entre el nervi i l'esmentat múscul (7,16) (*Figura 3*):

1. Pas del NC per sota del múscul piriforme.
2. Pas de estructures nervioses dividides a través i per sota del múscul piriforme.
3. Pas del NC dividit per sobre i per sota del múscul piriforme.
4. Pas del NC no dividit a través del múscul piriforme.
5. Pas del NC dividit a través i per sobre del múscul piriforme.
6. Pas del NC per sota del piriforme i per sobre d'un múscul piriforme accessori.

Per tant estem davant d'un seguit de interrelacions anatòmiques entre diferents estructures, totes elles en íntima relació amb el NC. A nivell clínic sovint es posa tot en un mateix calaix, com a dolor a la regió posterior del maluc, i massa freqüentment sense poder-ne aportar solucions exitoses pel que fa al seu tractament.



Figura 3: representació de les variants anatòmiques de la relació entre el NC i el múscul piriforme. **(a)** Pas del NC per sota del múscul piriforme. **(b)** Pas de estructures nervioses dividides a través i per sota del múscul piriforme. **(c)** Pas del NC dividit per sobre i per sota del múscul piriforme. **(d)** Pas del NC no dividit a través del múscul piriforme. **(e)** Pas del NC dividit a través i per sobre del múscul piriforme. **(f)** Pas del NC per sota del múscul piriforme i per sobre d'un múscul piriforme accessori. Imatge extreta de: Hernando MF, Cerezal L, Pérez-Carro L, Abascal F, Canga A. Deep gluteal syndrome: anatomy, imaging, and management of sciatic nerve entrapments in the subgluteal space. *Skeletal Radiol.* 2015;44(7):919-34. (17)

1.3 Biomecànica de la musculatura de la regió profunda del maluc

Les tècniques de diagnòstic per imatge resulten en moltes ocasions poc concloents quan a la determinació d'una causa. Sovint es planteja com a etiologia de la SGP la compressió d'estructures anatòmiques sobre el NC (presència d'espai isquiofemoral disminuït, neuritis del NC...) (7,18). La realitat és que en la SGP les proves complementàries moltes vegades són normals (2).

Quan existeix un nombre de pacients que clínicament i per tests funcionals s'arriba al diagnòstic de SGP, però l'estudi complementari és negatiu, es quan la biomecànica hi pot jugar un paper important.

En estudis ecogràfics, s'ha vist la relació dels músculs pelvitrocanterics en la mobilitat del NC durant les rotacions del maluc, demostrant la interconnexió i la íntima relació entre aquest grup muscular i el nervi (1,14).

La musculatura profunda de les articulacions per regla general no té una funció biomecànica pel que fa la mobilitat. La seva funció es coneix com a "l·ligament actiu", exercint protecció i estabilitat intrínseca a les articulacions. El tipus de treball per exercir aquesta funció habitualment és en contracció excèntrica (19,20).

Com a propietats generals de la musculatura pelvitrocantèrica, tenim que presenten un braç de palanca molt curt; això fa pensar que no estan dissenyats com a elements per a la mobilitat de les articulacions. En la biomecànica de la marxa, són coaptadors de la coxofemoral en l'extensió del maluc. No obstant en la flexió, les fibres musculars es disposen en paral·lel al pla horitzontal disminuint la tensió muscular i alliberant l'articulació coxofemoral (19).

Múscul Piriforme: Sovint es considera com a múscul abductor, rotador extern i flexor. Però la realitat biomecànica fa que quan treballa en contracció concèntrica assisteixi a la musculatura glútia en el moviment d'abducció del maluc. Inicialment eleva el cap femoral i posteriorment en controlarà l'ascens i en facilitarà la coaptació un cop actuïn els músculs abductors del maluc (sobretot compensant el moment de força del gluti mig) (*Figura 4*). En treball excèntric actua com a l·ligament actiu sobre l'articulació sacre-ílica, harmonitzant i sincronitzant els moviments del sacre en relació amb l'ílic durant el patró de marxa (19).

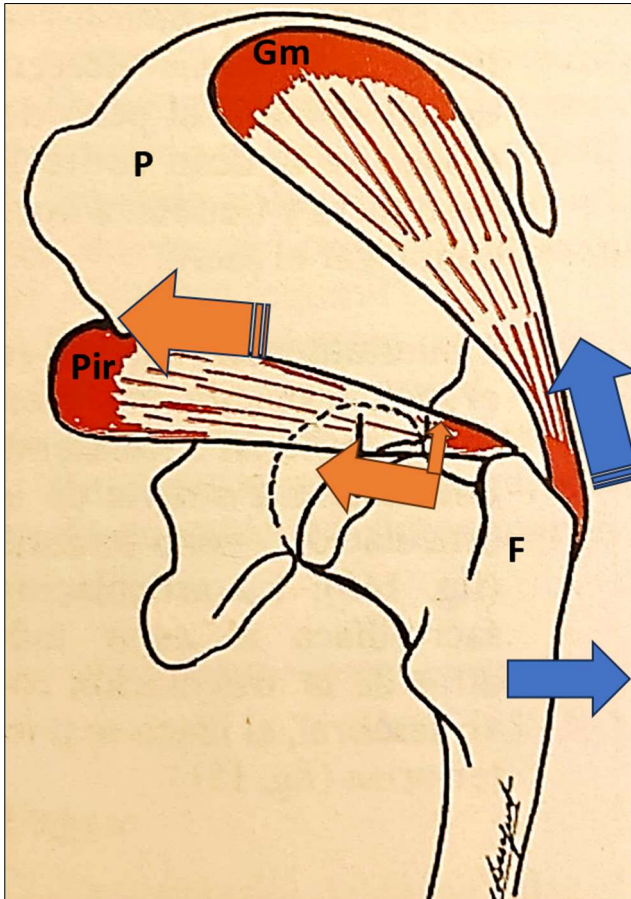


Figura 4: Funció biomecànica del múscul Piriforme: Fletxa discontinua taronja: moment de força del múscul piriforme. Fletxa continua taronja: moviment del cap femoral per acció del múscul piriforme. Fletxa discontinua blava: moment de força del múscul gluti mig. Fletxa continua blava: moviment de la diàfisis femoral per acció del múscul gluti mig. Pir múscul piriforme, Gm gluti mig, F fèmur, P pelvis. Imatge adaptada de: Busquet L. Las cadenas musculares. Miembros inferiores. 5ª edició. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2006. (19)

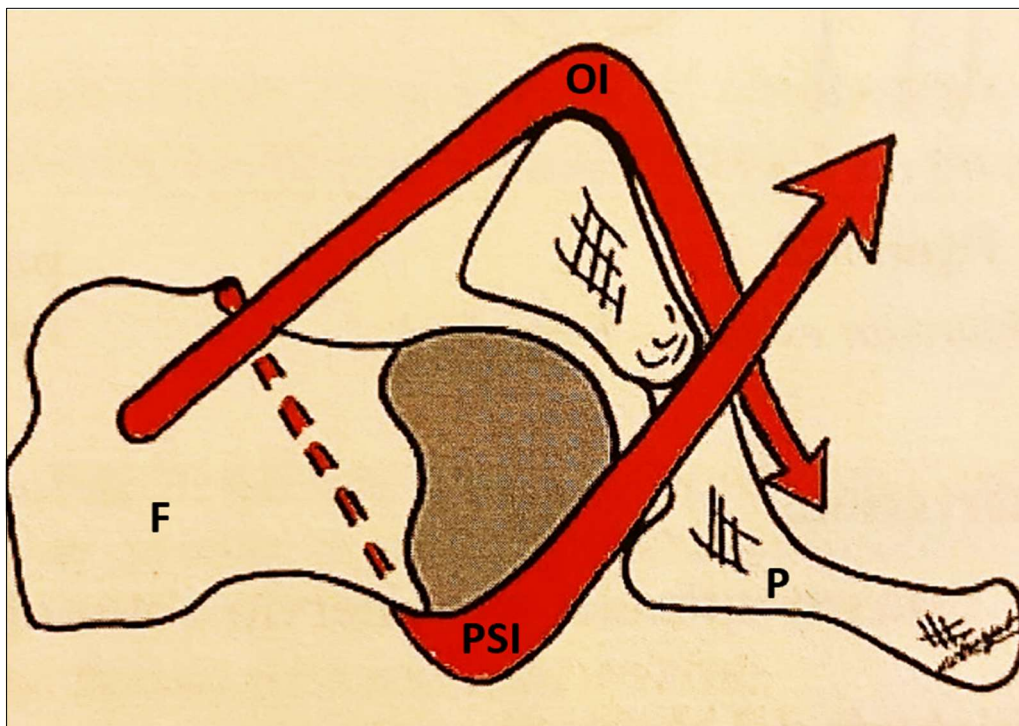


Figura 5: Complementarietat i compensació de forces entre el múscul psoes ilíac i el múscul obturador intern. F fèmur, P pelvis, OI múscul obturador intern, PSI múscul psoes ilíac. Imatge extreta de: Busquet L. Las cadenas musculares. Miembros inferiores. 5ª edició. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2006. (19)

Múscul obturador intern: realitza un control motor en la mobilitat de la flexió abducció i rotació externa del maluc, que exerceix el múscul psoes ilíac. Gràcies a la reflexió a nivell de la escotadura ciàtica menor podrà realitzar la contra-força a la musculatura flexora (*Figura 5*). Conjuntament amb el múscul obturador extern tenen la funció de coaptadors del cap femoral contra l'acetàbul per a garantir l'estabilitat de l'articulació coxo-femoral (19).

Múscul quadrat femoral: Clàssicament es coneix com a rotador extern, adductor i extensor. Biomecànicament treballa més en contracció excèntrica que en concèntrica. Com tots els músculs monoarticulars també fa la funció de "lligament actiu del maluc", sobretot en els moviments extrems d'abducció. Per tant és un element clau per a la propiocepció de l'articulació del maluc. En contracció concèntrica el trobem treballant com a element estabilitzador en el moviment de flexió (múscul Psoes ilíac) o d'extensió (múscul gluti major)(19).

Pel correcte funcionament del maluc caldrà que la musculatura profunda i la superficial estigui relaxada. És la única manera que, amb l'acció de la musculatura superficial, els músculs pelvitrocantèrics puguin fer la funció biomecànica de lligaments actius, aportant a l'articulació del maluc la propiocepció i coordinació necessària per a una bona funció. Un múscul en contracció prolongada en el temps presentarà una obliteració vascular, anòxia i seguidament fibrosis o atrofia grassa (19,20).

1.4 Etiopatogènia de la SGP

Inicialment el dolor posterior al maluc d'origen no lumbar es va orientar com a una afectació per compressió del NC a nivell de l'EGP (4). L'etiopatogènia compressiva de les diferents estructures de l'EGP sobre el NC, anava guanyant pes (1,4,21). A partir d'aquí s'han d'escrit casos i s'han realitzat tractaments enfocats a la descompressió del nervi.

Les causes que s'han relacionat amb la compressió del NC a l'EGP són diverses:

La primera a ser estudiada va ser el múscul piriforme (4). Es van descriure diferents variants anatòmiques de la sortida del nervi a través del múscul, fet que determinaria el risc de poder patir una compressió en aquest nivell (4,16).

Posteriorment es va descriure la compressió originada a l'espai isquiofemoral (5,22) i a la zona de l'origen dels isquiotibials, a la regió més distal de l'EGP (12). Estudis biomecànics i sobretot troballes radiològiques, feien que l'espai isquiofemoral anés guanyant pes, com a causa de dolor a la regió posterior del maluc d'origen no lumbar (13).

Amb l'inici dels tractaments endoscòpics es van descriure altres estructures com a causants de compressió del nervi. Possibles fibrosis posttraumàtiques, o les bandes fibrovasculars definides per Pérez Carro et al (7). En descriuen diferents variants anatòmiques relacionades amb el NC, amb major o menor probabilitat de poder donar clínica compressiva.

Tipus de bandes fibrovasculars (9,17) (*Figura 7*):

- Bandes compressives tipus pont que limita el moviment del nervi:
 - Tipus 1A: d'anterior a posterior
 - Tipus 1B: de posterior a anterior.
- Adherides o tipus regnes de cavall:
 - Tipus 2A: Atrapen el nervi lateralment
 - Tipus 2B: Atrapen el nervi medialment
- Bandes adherides al nervi amb distribució no definida.

També es defineix com a causa de compressió el conjunt muscular que formen els músculs GI-OI-GS. Anatòmicament el nervi passa davant del marge inferior del ventre del múscul piriforme i per darrera dels músculs gèmins i de l'OI. Un augment de contracció d'aquest grup muscular podrien donar un efecte "tisores" sobre el nervi i ser causa d'una nova etiologia compressiva (1) (Figura 6).

S'analitzen altres orígens etiològics, es defineix la compressió per estructures vasculars (23) o per mal funcionament biomecànic de la musculatura en EGP que n'alterarà la llibertat de moviment del NC durant les rotacions del maluc (14).

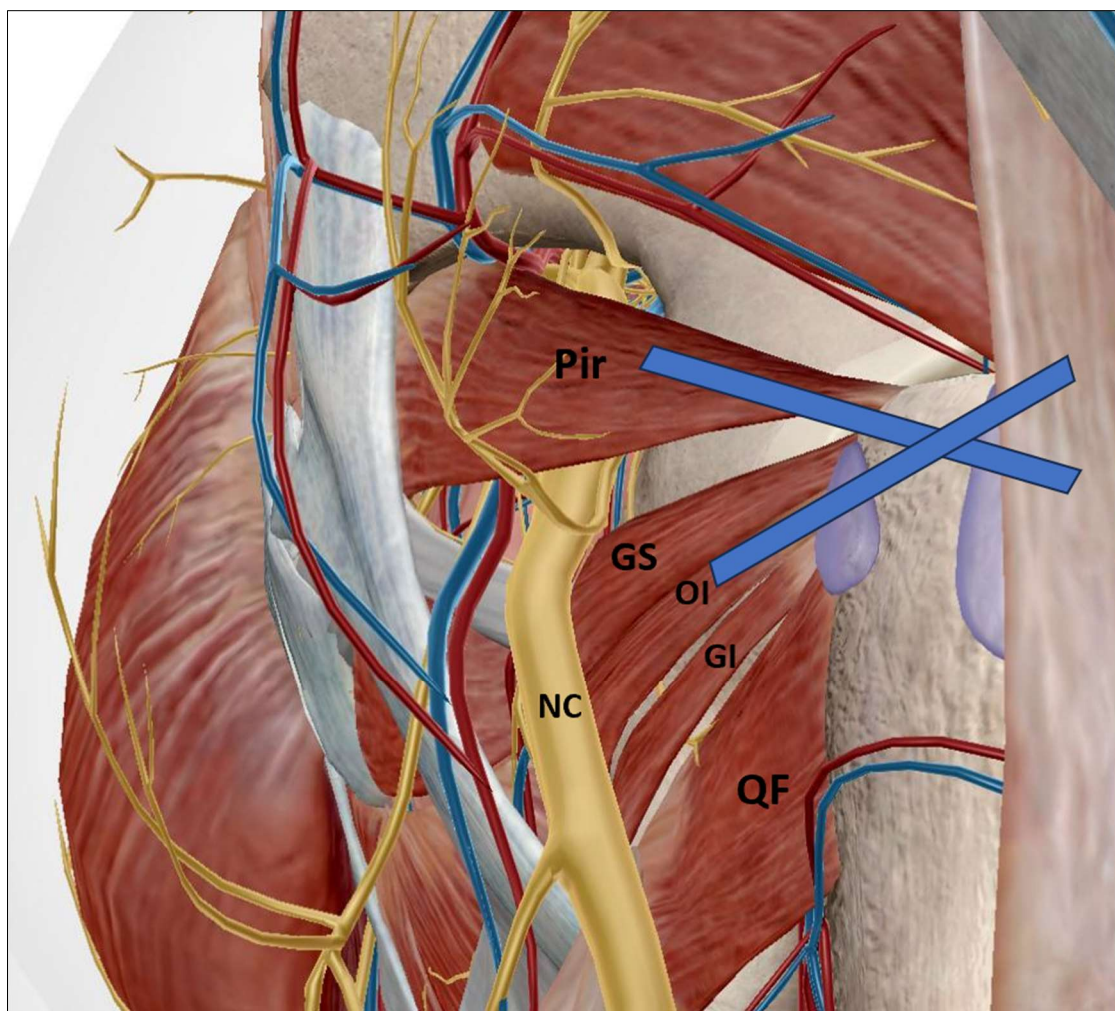


Figura 6: Síndrome gèmins-obturador intern: Compressió del NV per efecte tisores entre el múscul piriforme i el complex GS-OI-GI. Línies blaves, representació efecte tisores. Pir piriforme, GS gèmin superior, OI múscul obturador intern, GI gèmin inferior, QF múscul quadrat femoral, NC nervi ciàtic. Imatges extretes de Atlas de anatomía Humana 3D visible Body, versió 2023.05.005 (8).

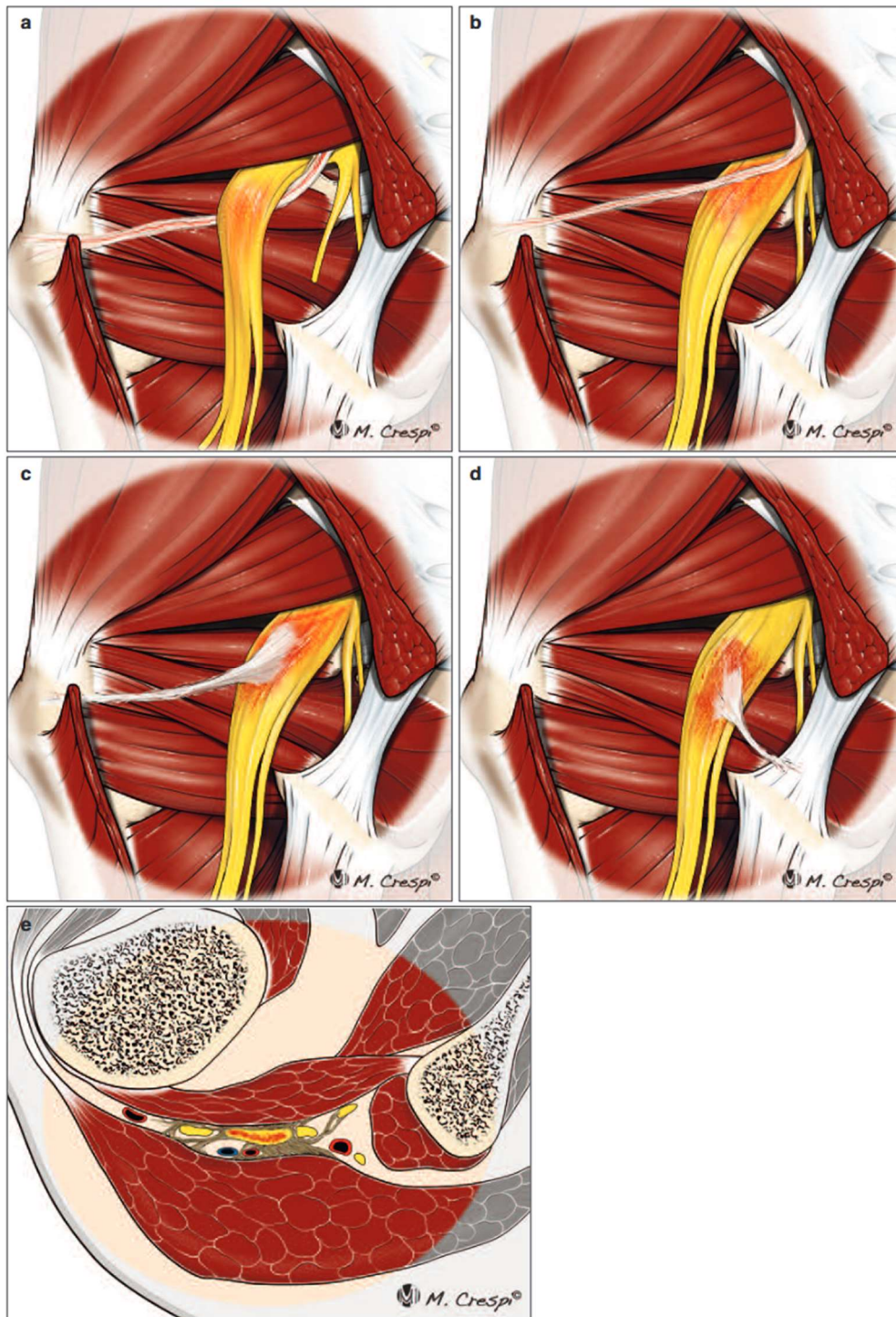


Figura 7: Bandes fibrovasculars. **(a)** Bandes compressives tipus 1A, tipus pont que limita el moviment del nervi d'anterior a posterior. **(b)** Bandes compressives tipus 1B, tipus pont que limita el moviment de posterior a anterior. **(c)** Bandes compressives adherides tipus 2A, atrapen el nervi lateralment. **(d)** Bandes compressives adherides tipus 2B, atrapen el nervi medialment. **(e)** Bandes adherides al nervi tipus 3, amb distribució no definida. Imatge extretes de: Hernando MF, Cerezal L, Pérez-Carro L, Abascal F, Canga A. Deep gluteal syndrome: anatomy, imaging, and management of sciatic nerve entrapments in the subgluteal space. *Skeletal Radiol.* 2015; 44(7):919-34. (17)

1.5 Diagnòstic

Inicialment el diagnòstic era clínic. A mesura que s'ha anat definint possibles causes s'ha aconseguit anar essent més precisos, tant en l'exploració complementària com en els tests diagnòstics. Clínicament la presentació d'un dolor somort d'origen no discogènic a la regió posterior del maluc, fa orientar el diagnòstic cap a la SGP (1). No obstant, la complexitat de l'espai i les variades causes compressives ha fet que a poc a poc, es vagin definint tests cada cop més sensibles i específics.

En l'exploració visual de la pelvis, la presència d'una inclinació anormalment anterior o posterior pot ser a causa d'un dèficit muscular dels estabilitzadors de la pelvis, essent aquest un factor de risc de compressió del NC en l'espai isquiofemoral i de patir la SGP(24). Seguint amb l'exploració física també ens trobem amb alteració de la mobilitat del maluc, restriccions en Flexió a 90º, Abducció i Rotació Externa (FABRE) o en Flexió a 90º, Adducció i Rotació Interna (FADRI) ens poden orientar cap a lesions articulars tipus impingement femoroacetabular (FAI) o artrosi de maluc. Aquestes dues entitats seran uns grans condicionants de l'estabilitat del maluc i per tant de sobrecàrrega de la musculatura estabilitzadora profunda. Sobrecàrrega que objectivem clínicament amb la presència de bandes tenses i punts gatell actius a la musculatura del gluti mig i menor, múscul piriforme i múscul QF. Davant una sobre activació d'aquests músculs de manera crònica, haurem de pensar en una deficient funció articular (25).

A nivell de tests diagnòstics, primerament cal descartar-ne l'origen lumbar. Un test de Lasègue negatiu ens orienta que la causa no és discogènica(13).

Distalment cal discernir entre el dolor causat per compressió a l'espai isquiofemoral versus el provocat per la síndrome dels isquiotibials. Gómez Hoyos et al (26) van descriure que els pacients afectes de la síndrome dels isquiotibials, presentaven dolor a la marxa de talons, i en el xoc de taló en flexió màxima del maluc, per la tracció sobre NC durant el treball excèntric del múscul isquiotibial. Contràriament, dolor en la fase d'extensió i rotació interna del maluc durant la marxa, que disminuïa en els passos curts, suggeria compressió a nivell de l'espai isquiofemoral. Va demostrar-ne una alta sensibilitat (94%) y especificitat (85%)

pel que va definir el *LONG STRIDE WALKING TEST* (Test de la marxa en gambada llarga) (2,26) (*Figura 8*). Un altre tests amb una validesa important (S 82%- E 85%) es el test de PIF (IFI test) (*Figura 9*). Consisteix en recrear el dolor a nivell posterior del maluc, estant el pacient en decúbit lateral a la llitera portar la cama afecta en extensió i posició neutra en adducció amb el genoll flexionat a 90°; aquest dolor minva al portar el maluc en abducció (26).



Figura 8: Long stride walking test. Ens ajuda a diferenciar entre el pinçament isquiofemoral (dolor a la regió posterior del maluc en l'extensió) i la síndrome dels isquiotibials (dolor a nivell isquiàtic en el xoc de taló). Autor: font pròpia.



Figura 9: Test del pinçament isquiofemoral (IFI test): Es reproduceix el dolor al fer extensió del maluc en posició neutre o en adducció. EL dolor disminueix al corregir la cama a abducció. Autor: font pròpia.



Figura 10: Test actiu del piriforme. En decúbit lateral es demana contracció en abducció i rotació externa del maluc contra resistència. Autor: font pròpia.



Figura 11: Test d'estirament del múscul piriforme. Es reproduceix el dolor quan el pacient realitza una flexió adducció i rotació interna del maluc estant el genoll en extensió i monitoritzant la regió de l'EGP amb la mà contrària . Autor: font pròpia.



Figura 12: Signe de Pace. Serà positiu quan el pacient presenti dolor en la maniobra de resistència bilateral en abducció d'ambdós malucs estant en sedestació. Autor: font pròpia.

Si ens centrem en l'exploració de la regió cranial de l'EGP, Martin et al (27,28) va poder determinar que el test de provocació de dolor per irritació del NC, amb elevació de la cama recta, gaudia d'una sensibilitat i especificitat molt baixa. Va definir dos nous tests. *Test actiu del piriforme (Figura 10) i el test d'estirament del piriforme (Figura 11)*. La combinació d'ambdós tests aconseguia una S del 91% i una E del 80% (12). L'estudi del pinçament del NC pel piriforme, es complementava amb el signe de Pace, guanyant més especificitat i sensibilitat. El Signe de Pace consisteix en reproduir dolor subgluti al resistir l'abducció de ambdues cames, estant el pacient en sedestació i amb les cames penjant (29) (*Figura 12*).

Les proves d'imatge específiques per confirmar el diagnòstic de la SGP són de gran ajuda. Presenten una gran sensibilitat quan ens trobem una causa estructural, una lesió ocupant d'espai que envaeix l'espai subgluti o una lesió franca per arrencament, o tendinosis a nivell de la inserció dels isquiotibials.

En radiologia simple es defineixen canvis ossis crònics, esclerosis subcondrals o quists a nivell del trocànter menor o de la tuberositat isquiàtica, que poden donar origen a disminució de l'espai isquiofemoral (30). Avulsions o arrencaments ossis a nivell de l'espina ílaca anteroinferior (EIAI) (31) (*Figura 14*), artrosis coxofemoral, lesió tipus CAM o PINCER (32), seran causants d'instabilitat i disfunció de l'articulació coxofemoral. Tot aquests tipus d'alteracions es podran diagnosticar amb un bon estudi radiològic fent una projecció anteroposterior, axial o de Dunn (*Figura 13i 15*).



Figura 13: Radiologia AP i axial: s'observa lesió tipus CAM. Imatge extreta de: Schubert R. Femoroacetabular impingement syndrome. <https://radiopaedia.org/articles/femoroacetabular-impingement-syndrome>. (32)

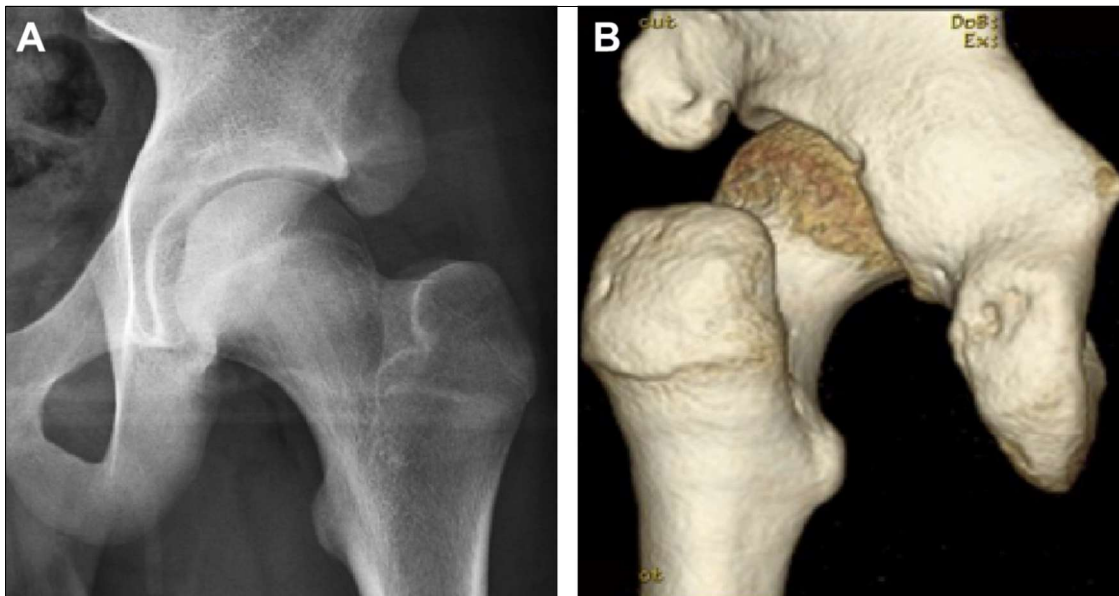


Figura 14: projecció en AP (A) i imatge de TAC (B): arrencament de l'EIAI provocant un pinçament femoroacetabular tipus Pincer. Imatge extreta de: de Sa D, Alradwan H, Cagnelli S, Thawer Z, Simunovic N, Cadet E, et al. Extra-Articular Hip Impingement: A Systematic Review Examining Operative Treatment of Psoas, Subspine, Ischiofemoral, and Greater Trochanteric/Pelvic Impingement. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2014;30(8):1026-41. (31)



Figura 15: *Projecció de Dunn: es realitza amb el pacient en decúbit supí amb el maluc en flexió de 45°, 20° d'abducció i en rotació neutre. Es projecte el raig perpendicular al maluc i centrat a la sínfisis púbica. Imatge extreta de: Aguilera B, Toro AF, Castillo JF. Revisión de conceptos actuales actualización en pinzamiento femoroacetabular. Revista Colombiana de ortopedia y traumatología. 2012; 26(1):61-72. (33)*

En els darrers anys, el diagnòstic d'aquesta entitat a través de ressonància magnètica (RM) ha experimentat un creixement exponencial gràcies a l'augment de potència dels aparells. Inicialment defineixen uns límits de l'espai a nivell isquiofemoral i del múscul quadrat femoral amb uns valors de normalitat de 13+/-5mm per l'espai isquiofemoral, i de 7+/-3mm en l'espai del múscul quadrat femoral (22,34). En el diagnòstic radiològic també cal que coexisteixin signes d'edema i/o atrofia a nivell del propi múscul quadrat femoral (35). És important a l'hora de realitzar la prova d'imatge col·locar el maluc en posició neutre. Xing et al (36) realitza un estudi retrospectiu analitzant talls axials de RM en T1 correlacionant-los amb els casos simptomàtics, observant una disminució de l'espai i edema del múscul QF (Figura 16). Estudis més recents amb TC, determinaven que la distància mitja de l'espai isquiofemoral era menor amb dones que amb homes (18,6mm versus 23,0) amb una significació estadística $p < 0,001$ (37).

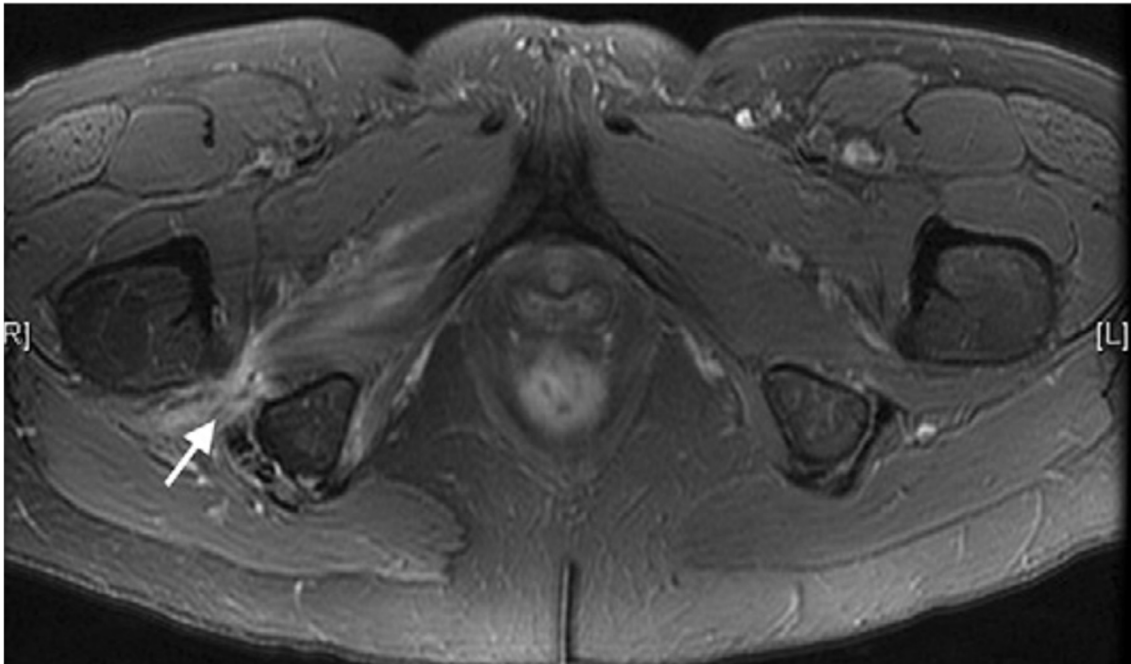


Figura 16: Imatge de RM en T2: Presència de pinçament isquiofemoral amb presència d'edema del múscul quadrat femoral (fletxa blanca): Imatge extreta de: Botser I, Safran MR. MR Imaging of the Hip. Magn Reson Imaging Clin N Am. 2013;21(1):169-82. (21)

Actualment, alguns estudis amb RM estan determinant la presència de teixit fibrós o d'estructures fibrovasculars com a causa de compressió del NC (18). Per poder determinar si la presència de les fibres son fisiològiques o no, es indispensable la realització de l'estudi bilateral per així poder comparar els dos EGP (Figura 17). Normalment la neuritis del NC és un fet, que es pot determinar a través d'una neurografia per ressonància magnètica (18,38) (Figura 18). Per tant el protocol recomanat en cas de sospita clínica de la SGP seria: realització de RM bilateral amb els malucs en neutre, combinant seqüències convencionals amb seqüència de neurografia amb talls de 1mm de gruix (18), des de la sortida del NC a nivell del múscul piriforme, fins a la regió distal en contacte amb el tendó conjunt dels isquiotibials (39).

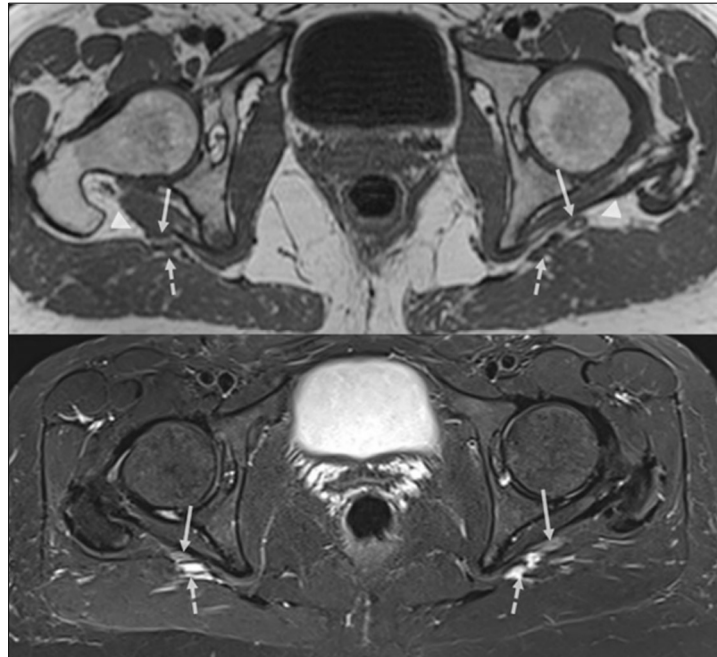


Figura 17: Bandes fibrovasculars a l'EGP. Seqüències de tall axial en T1(superior) i en T2 (inferior) a nivell del múscul gèmin inferior i el tendó de l'obturador intern. S'observen bandes fibrovasculars tipus 1B (fletxes blanques contínues), els vasa vasorum (fletxes discontinúes), espai subgluti (puntes de les fletxes). Imatges extretes de: Koh E. Imaging of peripheral nerve causes of chronic buttock pain and sciatica. Clin Radiol. 2021; 76: 626e1-626e11. (18)

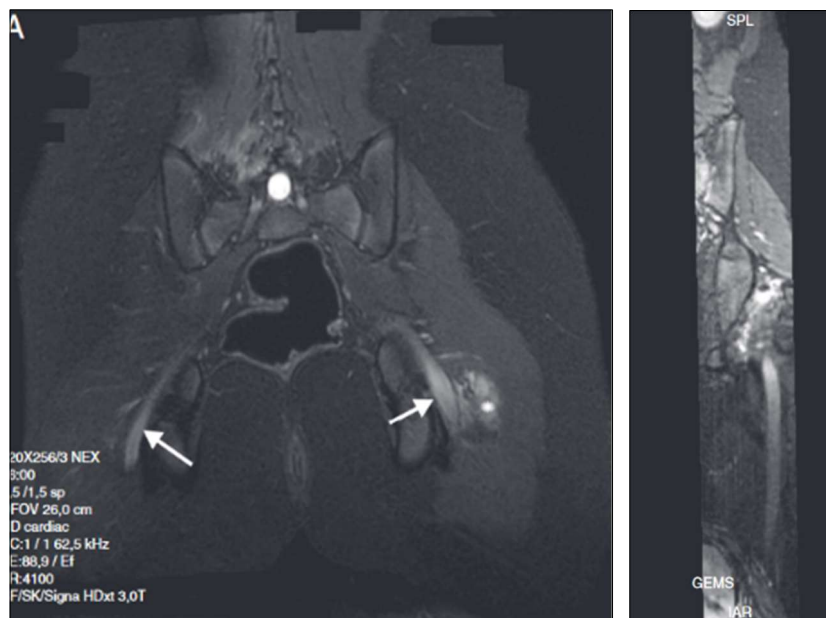


Figura 18: Imatge en tall coronal de RM neurografia. S'observa un augment de senyal i un engruiximent dels dos nervis ciàtics (fletxes blanques) de predomini esquerra, amb edema de les parts toves adjacents. Imatge extreta de: Cejas C, Aguilar M, Falcón L, Caneo N, Acuña MC. Neurografía por resonancia magnética de alta resolución (3Tesla) del nervio ciático. Radiología. 2013;55(3):195-202. (38)

L'ecografia es una bona eina per l'estudi dels teixits tous dins l'EGP, permetent una valoració dinàmica del NC, i comparant-lo amb el costat contra lateral (40,41). Ens permet també determinar la presència d'edema i possibles adhesions sobre el NC (14) en les maniobres de rotació del maluc (*Figura 19*). L'ecografia també servirà de gran ajuda per aconseguir major precisió en la infiltració perineural, utilitzada com a opció diagnòstica-terapèutica (42,43).

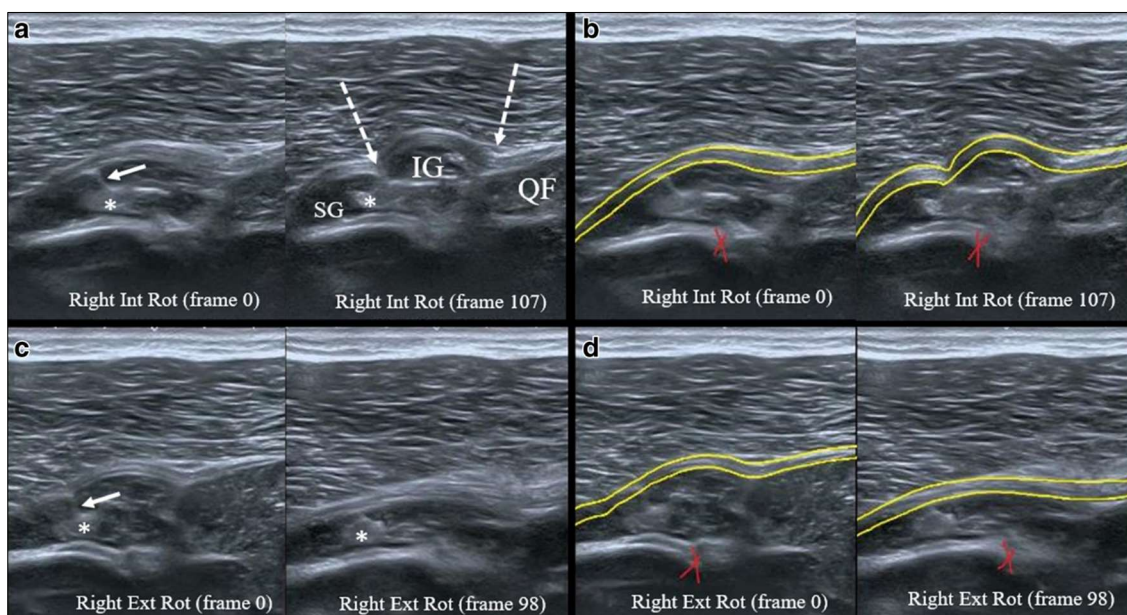


Figura 19: Ecografia de l'EGP. Comportament del NC en les maniobres de rotació interna del maluc (a i c) i de rotació externa (b i d). En les imatges es mostra la primera (imatge de la dreta) i la última captura (imatge de l'esquerra). El nervi ciàtic està marcat en color groc i els punts d'ancoratge en color vermell (b i d). A la rotació interna el NC es tracciona fins a nivell del múscul (*) obturador intern OI (línia blanca discontinua de l'esquerra) i a nivell del múscul gèmin inferior i quadrat femoral. (línia blanca discontinua de la dreta). Teixit connectiu d'ancoratge (fletxa contínua). Imatge extreta de: Balius R, Susín A, Morros C, Pujol M, Pérez-Cuenca D, Sala-Blanch X. Gemelli-obturator complex in the deep gluteal space: an anatomic and dynamic study. *Skeletal Radiol.* junio de 2018;47(6):763-70. (14)

1.6 Tractament

1.6.1 Conservador

El tractament conservador de la SGP és planteja com a primera opció terapèutica (34,44,45). En un estudi prospectiu amb 250 casos, més del 50% presentaven una bona resposta al tractament conservador sense recidiva posterior (46). El tractament ha de ser multidisciplinari. L'administració de fàrmacs via oral com els antiinflamatoris no esteroidals, el repòs esportiu i la fisioteràpia en seria la primera línia d'actuació (12). En casos de molt dolor neuropàtic els neuroprotectors com la gabapentina o la pregabalina ens poden ajudar com a tractament adjuvant (45).

Des del punt de vista de la fisioteràpia el tractament s'enfoca en l'abordatge muscular pelvitrocantèric i en la mobilització del NC. Caldrà fer exercicis de neurodinàmica (47) (*Figura 21*), desactivació dels punts gatell (*Figura 20*) i una possible combinació amb el tractament osteopàtic de la regió lumbopèlvica (1,25). Per integrar els canvis caldrà també una reprogramació biomecànica i una estimulació propioceptiva de l'articulació del maluc en el patró de la marxa (19). En cas de conflicte a nivell de l'origen dels isquiotibials, el tractament haurà d'anar enfocat en l'abordatge de la cicatriu muscular o en la tendinosi del tendó conjunt dels isquiotibials, amb treball excèntric de càrrega progressiva, diatèrmia o tractament local del tendó amb mesures físiques (ones de xoc) (48) i exercicis de neurodinàmica(47) (*Figura 22*).

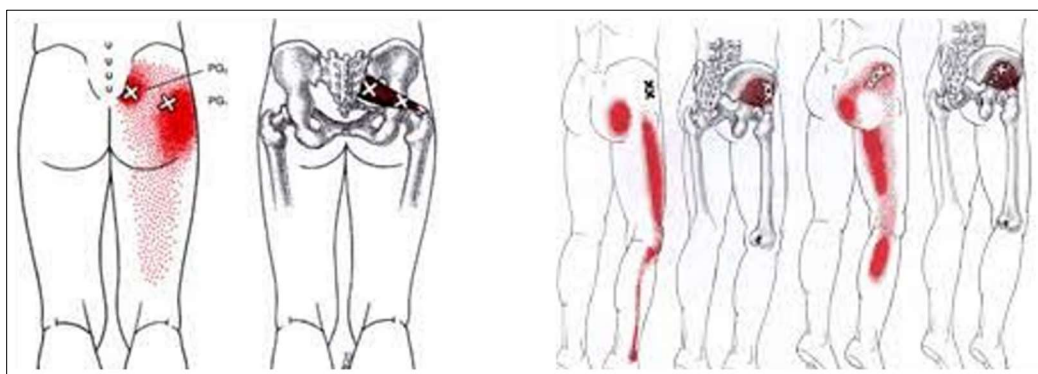


Figura 20: Mapa de localització dels punts gatell (X) en el múscul piriforme i gluti mig. Patró de dolor referit (color vermell). Simons DG, Travell JG, Simons LS. Dolor y disfunción miofascial: El manual de los puntos gatillo. 2a Edició. Madrid: Editorial Panamericana; 2010. (25)

La teràpia invasiva, com pot ser la hidrodissecció, les infiltracions amb corticoesteroides o amb toxina botulínica guiades per ecografia o per TC (49), en serà la segona línia de tractament (43,45,50).

Diverses publicacions han estudiat l'efectivitat de les infiltracions com a tractament. No s'ha trobat superioritat entre infiltracions de lidocaïna amb betametasona respecte a infiltracions amb lidocaïna sola (51). En altres estudis realitzats sí s'ha demostrat la superioritat de la toxina botulínica per a tractar la síndrome del piriforme enfront de infiltracions amb lidocaïna, amb corticoesteroides o placebo (52).

En cas de fracàs del tractament conservador es planteja la opció quirúrgica.

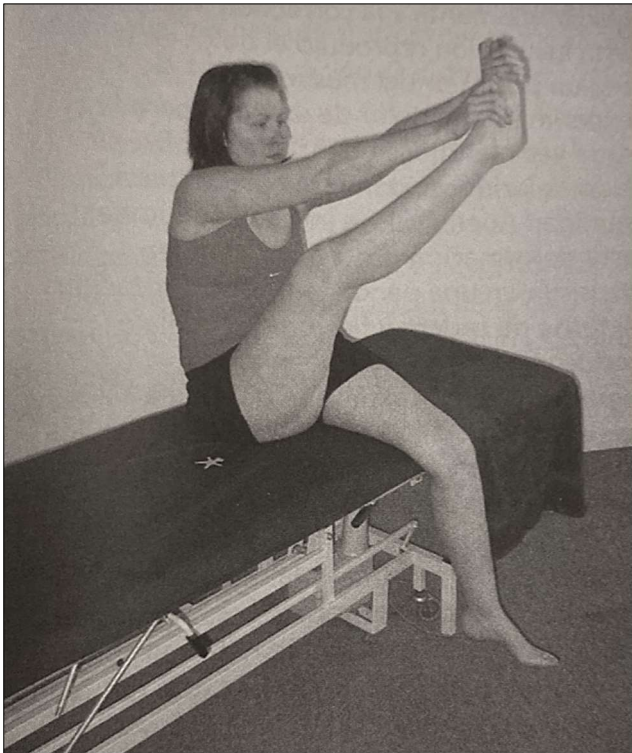


Figura 21: Automobilització neurodinàmica per al tractament de la síndrome del piriforme. Imatge extreta de: Michael Shacklock. *Neurodinamica clinica: un nuevo sistemas en el tratamiento musculoesqueletico.* Amsterdam: Editorial Elsevier. 2007. (47)



Figura 22: Tractament per a l'afectació del nervi ciàtic per lesió a nivell dels músculs isquiotibials. Imatge extreta de: Michael Shacklock. *Neurodinamica clinica: un nuevo sistemas en el tratamiento musculoesqueletico.* Amsterdam: Editorial Elsevier. 2007. (47)

1.6.2 Tractament quirúrgic

Les primeres publicacions descriuen tractament amb tècniques obertes (34,44,53) essent aquestes molt agressives. Kundsén et al. descriuen taxes de revisió de fins el 30% en procediments oberts, motiu pel qual cada cop més s'aconsella el tractament endoscòpic (54).

En els casos en què les proves d'imatge localitzen una massa clara ocupant d'espai com a possible causa de la compressió, el tractament inicial serà el quirúrgic. De no ser així, es reservarà com a rescat del fracàs del tractament conservador i es plantejarà l'abordatge endoscòpic com a primera opció (55,56).

La descompressió del NC de manera endoscòpica es va descriure com a una tècnica efectiva el 2003 per Dezawa et al (57). A partir de llavors molts autors han descrit casos amb tractaments endoscòpics molt diversos, des de la exèresis d'adherències i alliberació de teixit fibrovascular (7), la neurolisi del NC (54,55), la tenotomia del múscul piriforme i/o del múscul OI (55), l'alliberació o desbridament del tendó conjunt dels isquiotibials, o la resecció del trocànter menor per tractar la compressió de l'espai isquiofemoral (21,55,57-59). La cirurgia mínimament invasiva per a l'abordatge de la patologia del maluc no està exempta de complicacions (60,61) i no existeix una guia clara d'actuació a la bibliografia, tot i que diferents autors plantegen sistemàtiques d'actuació (55). Martín et al. descriu per primera vegada una sèrie de 25 casos realitzant la descompressió del NC usant una òptica de 70º, amb resultats exitosos.

Es col·loca el pacient en decúbit supí amb taula de tracció (*Figura 23*). S'estableixen portals anterolaterals, posterolaterals i accessoris i es confirma la localització de l'EGP mitjançant escopia (9) (*Figura 24*).

Sistemàtica de treball (*Taula2*):

Taula 2: Proposta d'abordatge endoscòpic per a neuròlisi del nervi ciàtic. Martin et al. (55)

1	Localització del nervi i mobilització del maluc.
2	Avaluar la vascularització i la grassa perineural.
3	Avaluar llig. sacretuberós i el tendó dels isquiotibials, alliberar fibres d'adhesió.
4	Identificar el nervi cutanifemoral posterior, artèria ciàtica i el nervi gluti inf.
5	Ressecar les bandes fibroses a nivell de l'escotadura ciàtica.
6	Confirmar la localització en tot moment amb l'escòpia.
7	Inspeccionar la mobilitat del nervi i avaluar possibles compressions tendinoses.
8	Inspeccionar a nivell del múscul obturador i avaluar el color i la mobilitat del NC.
9	Resecció i alliberament de bandes fibroses a nivell retrociàtic.

Un cop realitzada la neuròlisi, Ham et al. col·loca una membrana de protecció bioabsorbible per evitar la possible cicatrització sobre del nervi (62). S'aconsella l'avaluació de manera sistemàtica de l'articulació del maluc mitjançant artroscòpia; d'aquesta manera es poden tractar possibles alteracions anatòmiques que condicionin la biomecànica articular (63).

Hi ha poques referències bibliogràfiques en referència al procés de recuperació post quirúrgica. Es proposa un maneig inicial amb càrrega parcial de l'extremitat amb dues crosses les dues primeres setmanes, i limitar la flexió del maluc a 90°. Les rotacions i l'abducció del maluc només es permet en rangs de flexió menors a 30° fins a les 6 setmanes després de la cirurgia. Posterior a les 6 setmanes es permet càrrega total i guany progressiu del balanç articular i de la força. Els temps estimats de la recuperació és de 3 a 4 mesos (64).

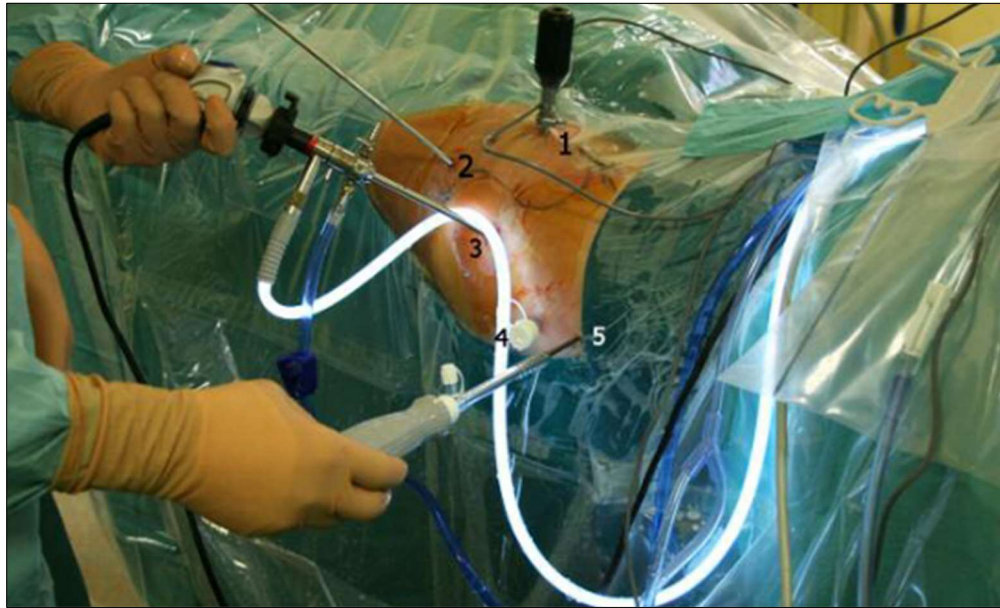


Figura 23: Imatge intraquirúrgica de la col·locació i la relació dels portals. Pacient en decúbit supí en taula de tracció. Localització dels diferents portals: **1** portal anteromedial accessori, **2** portal anterolateral distal accessori, **3** portal anterolateral, **4** portal posterolateral, **5** portal posterolateral accessori. Imatge extreta de: Carro LP, Hernando MF, Cerezal L, et al. Deep gluteal space problems: piriformis syndrome, ischiofemoral impingement and sciatic nerve release. *Muscles Ligaments Tendons J* 2016; 6(3):384–396. (7)

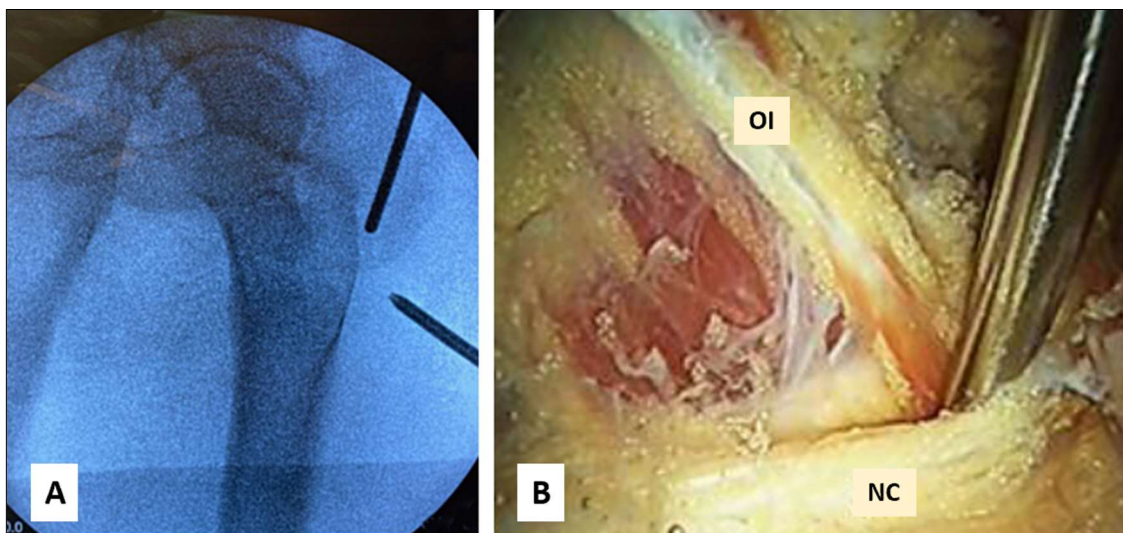


Figura 24: Tractament endoscòpic. **(A)** localització mitjançant escopia de l'accés a l'espai subgluti. **(B)** Imatge endoscòpica d'alliberació del nervi ciàtic a l'altura del múscul obturador intern. OI múscul obturador intern, NC nervi ciàtic. Imatge extreta de: Carro LP, Hernando MF, Cerezal L, et al. Deep gluteal space problems: piriformis syndrome, ischiofemoral impingement and sciatic nerve release. *Muscles Ligaments Tendons J* 2016; 6(3):384–396. (7)

2. HIPÒTESIS I OBJECTIUS

2. HIPÒTESI I OBJECTIUS

Hipòtesi

En l'actualitat, la síndrome de l'EGP és una entitat clínica poc definida, on estan implicades en la seva fisiopatologia un conjunt d'estructures anatòmiques, que comparteixen un mateix espai i que poden generar fenòmens de neuropatia ciàtica per irritació, ja sigui per contacte directe o indirecte.

Malgrat l'anatomia macroscòpica de la regió glútia es ben establerta, les relacions microanatòmiques del NC amb les estructures vasculares i musculoaponeuròtiques del l'EGP no estan ben definides.

Hipòtesi:

La descripció precisa de les relacions del NC a l'EGP amb les estructures músculoaponeuròtiques i vasculares, així com la sistematització del teixit connectiu perineural, permet la definició de patrons morfològics que poden predisposar a la síndrome de l'EGP. Aquests patrons, juntament amb la clínica del pacient, poden determinar el tractament quirúrgic a dur a terme en cada cas.

Objectius

1. Realitzar un estudi anatòmic de les estructures en íntima relació amb el NC al seu transcurs per l'EGP.
2. Valorar variants anatòmiques de la sortida del NC a nivell del múscul piriforme.
3. Determinar la presència de teixit fibrovascular, les seves variants i la relació anatòmica amb el NC.
4. Descriure el teixit connectiu que envolta el NC durant el seu recorregut per l'EGP.

5. Determinar si existeixen punts d'ancoratge del teixit connectiu periciàtic que donin estabilitat al nervi al seu pas per l'EGP.
6. Definir la relació del NC amb la musculatura profunda i estabilitzadora del maluc.
7. Determinar si existeix contacte directe entre el nervi i estructures musculars dins l'EGP.
8. Realitzar una proposta d'abordatge quirúrgic de seguretat per al tractament dels casos refractaris al tractament conservador.

3. MATERIAL I MÈTODES

3. MATERIAL I MÈTODES

Es va realitzar un estudi descriptiu mitjançant la utilització d'espècimens humans criopreservats a -20°C . Tots els cossos emprats per a l'estudi eren donants voluntaris del "Servei de Donació del cos a la ciència" de la Facultat de Medicina de la Universitat de Girona (UdG). Les persones donants, han signat de manera lliure i informada, el document de donació voluntària del seu cos a la ciència amb finalitats docents i de recerca. Abans de ser acceptats per la facultat, s'han realitzat serologies en front VHB, VHC i VIH. Les dades personals i documents personals dels donants s'incorporen en un fitxer creat per la UdG, informació que es guarda de forma segura complint els estàndards de seguretat establerts per la llei de protecció de dades.

Un cop seleccionats els espècimens que entren a l'estudi es treballa amb dades anònimes com és la data de la donació, l'edat i el sexe. Cap dels investigadors no té accés a dades personals sensibles. Els investigadors per praxis professional i consciència en els drets humans mantenen una actitud respectuosa cap als cossos donats, en el circuit dels cadàvers des de la seva entrada al departament fins a la eliminació final (SAE 2015)(65). Tots els integrants del projecte de tesis doctoral s'han compromès a una bona praxis ètica, per obtenir l'objectiu científic establert al Codi Europeu de Conducta per la integritat en la investigació. L'estudi ha estat aprovat, segons dictamen, pel Comitè d'ètica i bioseguretat de la UdG CEBRU (Annex I).

La totalitat de l'estudi es va desenvolupar al laboratori d'investigació d'anatomia humana del departament de ciències mèdiques de la UdG.

Es van utilitzar un total de 15 hemipelvis criopreservades per a la macro i microdissecció, dues pelvis complertes, preservades a -80°C per a la obtenció de talls semifins i el seu processament segons la tècnica de plastinació P40 (Biodur®), i una hemipelvis per aprofundir en la morfologia de l'EGP mitjançant un estudi histològic convencional, en col·laboració amb el Departament d'Anatomia de la Tulane University (New Orleans, LA) (*Figura 25*).

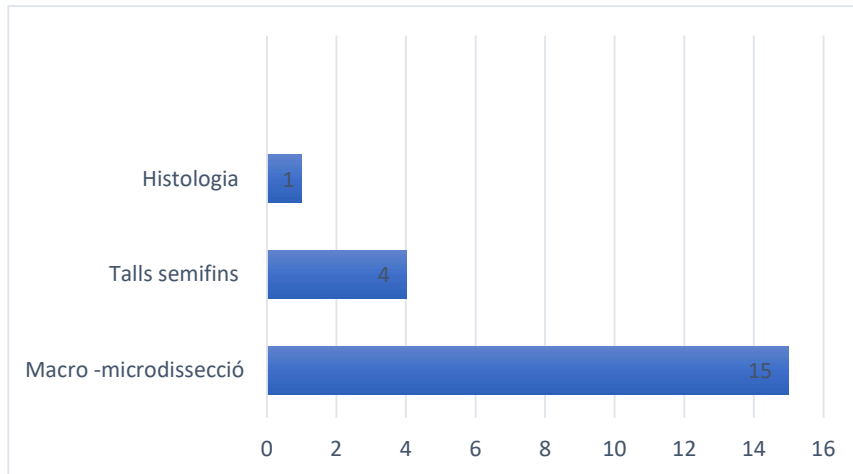


Figura 25 : Distribució de les hemipelvis incloses a l'estudi N=20. Autor: font pròpia.

3.1 Criteris d'inclusió

Edat adulta.

Mobilitat articular passiva complerta.

Absència de signes evidents d'intervenció quirúrgica prèvia de maluc.

3.2 Criteris d'exclusió

Edat infantil.

Rigideses articulars.

Antecedents d'intervencions quirúrgiques prèvies del maluc.

3.3 Recollida de dades

Es va dissenyar una base de dades, on constava com a primer apartat les dades de filiació del donant: número de peça, edat i sexe (*Taula 3*). Es va realitzar la dissecció acurada de l'EGP, definint el mapa de la regió, les variants anatòmiques i les relacions entre les estructures principals de l'EGP.

Taula 3: Dades de filiació del donant

1.	Número de peça
2.	Edat
3.	Sexe
4.	Lateralitat

3.4 Variables d'estudi

Es va realitzar un estudi descriptiu on es definien com a variables quantitatives, les distàncies dels espais entre estructures clau i com a qualitatives l'existència o no de determinades variants anatòmiques (*Taula 4 i 5*).

Taula 4: Variables d'estudi en la fase de macro i microdissecció

Qualitativa	Sortida del NC bifurcat o tronc comú.
Quantitativa	Distància de la unió del nervi tibial i el nervi fibular.
Qualitativa	Presència o no de teixit fibrovascular.
Qualitativa	Característiques del teixit fibrovascular.
Quantitativa	Distància de la vora inferior del múscul piriforme fins al múscul OI.
Quantitativa	Distància entre el múscul OI i la vora superior del múscul QF.

Taula 5: Variables d'estudi en els talls semifins plastinats tècnica P40 (Biodur®).

Quantitativa	Àrea de teixit connectiu present a EGP.
Quantitativa	Distància de l'inici de la digitació lateral fins a la zona anatòmica d'adhesió.
Quantitativa	Distància de l'inici de la digitació medial fins a la zona anatòmica d'adhesió.

3.5 Protocol d'estudi anatòmic mitjançant macro-microdissecció

3.5.1 Protocol de macro i microdissecció

Es varen seleccionar un total de 15 hemipelvis establint un protocol unificat de dissecció (*Figura 27*):

- I. Selecció d'un total de 15 hemipelvis humanes d'espècimens del departament d'anatomia de la UdG seguint els criteris d'inclusió. Es codifiquen i es registren a la base de dades.

- II. Injecció de l'arbre vascular amb làtex natural colorejat per la identificació acurada de la distribució vascular. Dissecció superficial del pla cutani i subcutani fins a la localització del pla muscular, s'extreu la major part de teixit gras intermuscular a nivell del gluti major i es delimita bé la interfase entre el gluti major i el gluti mig, així com a la seva part més distal la interfase entre el gluti major i la musculatura isquiotibial (*Figura 26*). Abordatge de l'espai subgluti: A través de dissecció amb tisores no traumàtiques tipus Metzenbaum es busca un pla natural entre les fibres més proximals del gluti major. Es realitza una secció a nivell de la inserció lateral del gluti major, s'eleva en direcció obliqua interna el teixit muscular gluti de manera molt progressiva, fins a iniciar la identificació de teixit de característiques grasses on hi ha les estructures de l'EGP.

- III. Dissecció acurada ressecant el teixit gras i observant les adhesions de teixit connectiu més dens, amb la musculatura profunda i el NC. Exposició de l'espai en estudi on es pot observar la presència de la musculatura rotadora profunda del maluc (músculs piriforme, GS, OI, GI i QF). La precisió en la dissecció per retirar el teixit gras i poder preservar el teixit connectiu pericrètic s'aconsegueix emprant el microscopi quirúrgic OPMI Zeiss (x2,5) i instrumental de microdissecció.



Figura 26: Hemipelvis esquerra, amb dissecció a pla muscular. Autor: Font pròpia.

- IV. La primera estructura a identificar és el múscul piriforme, en aquest nivell podem observar l'entrada del NC a l'EGP. S'objectiven variants anatòmiques. Es realitza la dissecció de les estructures vasculars del plexe gluti inferior i de possible teixit fibrovascular.
- V. Seguidament es localitza els músculs GS, OI i GI.
- VI. Dissequem l'espai isquiofemoral, localitzant el múscul QF, el trocànter menor i la tuberositat isquiàtica.
- VII. Finalment, a nivell més distal es determina la relació del NC amb el tendó conjunt dels músculs isquiotibials.

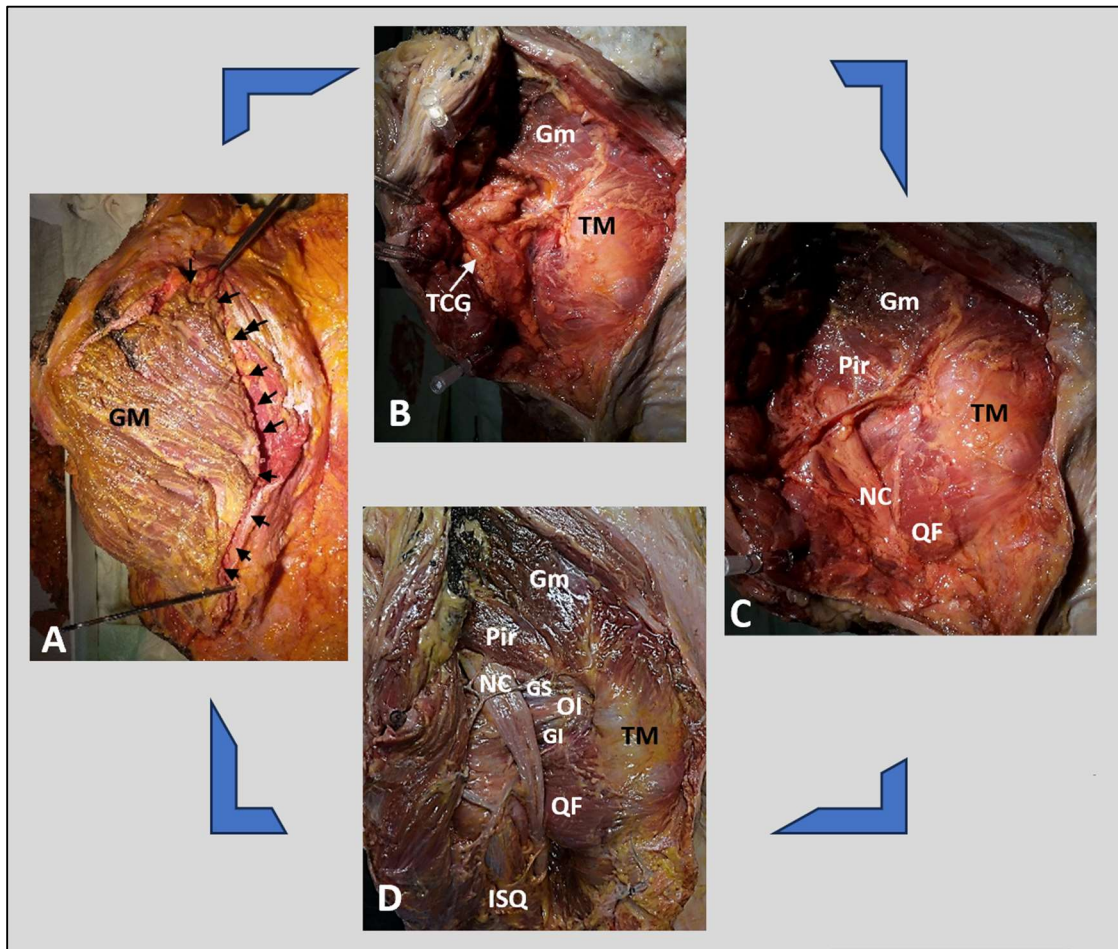


Figura 27: Sistemàtica de dissecció macro i microscòpica. (A) Abordatge d'accés a EGP: Fletxes via d'abordatge, GM múscul gluti major. (B) Entrada a EGP: TCG teixit connectiu gras, TM trocànter major, Gm múscul gluti mig. (C i D) Dissecció de les estructures de EGP: Gm múscul gluti menor, TM trocànter major, Pir múscul piriforme, NC nervi ciàtic, GS múscul gèmin superior, OI múscul obturador intern, GI múscul gèmin inferior, QF múscul quadrat femoral, ISQ músculs isquiotibials. Autor: Font pròpia.

3.5.2 Determinació de mesures

Les mesures les va realitzar l'investigador principal utilitzant un peu de rei electrònic digital TURATA® A-123. Un cop aconseguides les 15 disseccions es varen extreure imatges amb referències mètriques. Es varen marcar els punts a analitzar, des de la sortida del nervi a la vora inferior del múscul piriforme fins a la tuberositat isquiàtica. Es varen determinar les variants anatòmiques del múscul piriforme, i es varen referenciar les diferències anatòmiques del NC a l'entrada de l'EGP. Es varen descriure la presència d'estructures fibrovasculars en relació amb el NC i es va determinar la distància en la qual es troben respecte a la vora inferior del múscul piriforme. També es va calcular la distància des de la vora inferior del múscul piriforme fins al múscul OI i des del múscul OI fins a la vora superior del múscul QF. Es va realitzar una descripció anatòmica acurada exposant, també, les variants anatòmiques observades (*Taula 6 i figura 28*).

Taula 6: Recollida de dades en la fase de macro i microdissecció.

Sortida del NC bifurcat o tronc comú.
Distància de la unió del nervi tibial i el nervi fibular, en les mostres on l'entrada a l'EGP es troba bifurcat (mm).
Presència o no de teixit fibrovascular.
Característiques del teixit fibrovascular.
Distància de la vora inferior del múscul piriforme fins al múscul OI (mm).
Distància entre el múscul OI i la vora superior del múscul QF (mm).
Càlcul de les mitjanes de les distàncies entre el múscul piriforme i el múscul OI i entre el múscul de l'OI i el múscul QF (mm).

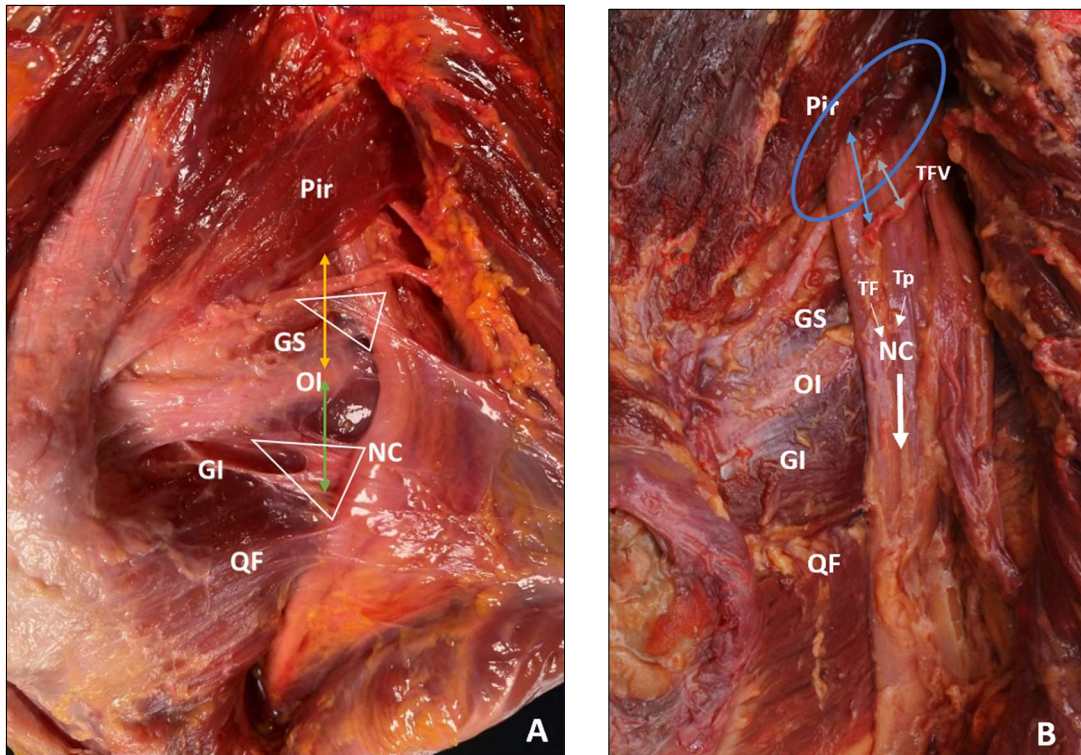


Figura 28: Dades recollides en la fase d'estudi de les mostres de dissecció. **(A)** Distàncies entre la vora inferior del múscul piramidal fins al múscul OI (fletxa groga) i entre el múscul OI i la vora superior del QF (fletxa verda). Teixit connectiu periciàtic (triangles blancs). **(B)** Anàlisi de les variants anatòmiques de la sortida del NC a nivell del múscul piramidal (cercle blau), Distància entre la sortida del NC i la unió dels dos troncs principals fins a formar NC (fletxa blava), distància entre la vora inferior del múscul piramidal i el teixit fibrovascular (fletxa gris). Representació dels nervis fibular i tibial com s'uneixen formant NC (fletxes blanques). TFV teixit fibrovascular. Pir múscul piramidal. GS múscul gèmin superior. OI múscul obturador intern. GI múscul gèmin inferior. QF múscul quadrat femoral. Tp nervi fibular. Tt nervi tibial. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

3.6 Protocol d'obtenció de talls axials seriatos per a l'estudi del teixit connectiu periciàtic amb tècnica de plastinació P40 (Biodur®)

3.6.1 Protocol de preparació de les mostres

Es varen seleccionar una total de dues pelvis humanes. Un cop ultracongelades a -80°C es varen realitzar seccions axials semifines de 1,5mm de gruix i varen ser processades amb la tècnica de plastinació P40 (Biodur®)(66). La tècnica de

plastinació ens va proporcionar no haver de manipular l'anatomia per accedir a l'EGP. Amb aquesta tècnica d'estudi, aconseguim poder objectivar i sistematitzar en tall axial, la presència i les característiques que presenta el teixit connectiu al voltant del NC. Aquesta segona part de la tesis és indispensable per poder donar sentit a les troballes de les disseccions macro i microscòpiques.

La tècnica de talls semifins de preparacions anatòmiques de grans dimensions consisteix en 5 fases (67):

- I. FASE DE CONGELACIÓ I TALL (1 setmana): Ultracongelació de la peça durant mínim 5 dies a -80°C . Obtenció de talls axials, amb una serra de cinta refrigerada amb nitrogen líquid, obtenint talls seriatos de 1,5 mm de gruix (*Figura 29*).
- II. FASE DE DESHIDRATACIÓ (3 setmanes): Es submergeixen les peces tallades amb un bany d'acetona en fred a -20° . Amb la tècnica de fricció de les superfícies s'extreuen totes les restes produïdes durant el tall per a deixar-lo el més net possible en la seva superfície. Les mostres es col·loquen separades per una malla de plàstic per permetre el pas de l'acetona entre els talls. El procés en bany d'acetona es repeteix un total de 3 cops; així s'assegura la deshidratació completa i es mantenen a -20°C . Temps de demora per a la deshidratació completa unes 3 setmanes.
- III. FASE DE DESENGREIXAT (5 dies) : L'últim pas és el desengreixat del teixit. L'objectiu serà realitzar una extracció dels lípids per afavorir la transparència del tall. El procés es realitza en una sala a temperatura ambient submergeixent els talls en un bany de diclorometà durant 3-5 dies. En el nostre cas no vàrem utilitzar un alt grau de desengreixant donat que l'objecte d'estudi és el NC i un desengreixat excessiu podia comportar una alteració de la seva estructura (*Figura 30*).



Figura 29: Ultracongelació de les pelvis a -80°C . Autor: Font pròpia.



Figura 30: Fase de desengreixat. Autor: Font pròpia.

- IV. FASE D'IMPREGNACIÓ (1 dia): Consisteix en la substitució de l'acetona dels talls per una solució d'impregnació amb el polímer P40 (Biodur®). Les mostres i el polímer P40 es col·loquen en un tanc d'acer inoxidable (càmera d'impregnació) a temperatura ambient, connectat a una bomba de buit, que anirà augmentant de manera progressiva fins a aconseguir pressions inferiors a 5mmHg. Amb aquest procés es pretén aconseguir l'evaporació de l'acetona i la impregnació del polímer en les mostres (*Figura 30*).



Figura 31: Tanc d'acer usat a la fase d'impregnació per a realitzar el buit de les peces ja tractades prèviament. Autor: Font pròpia.

- V. FASE DE CURAT (5 dies): Un cop s'han impregnat cada un dels talls els muntem un a un, inclosos amb una mica de solució d'impregnació, mitjançant compressió. La compressió es fa sobre una làmina de vidre coberta per una làmina d'acetat per extreure la possible aparició de bombolles, i es cobreix amb un a nova làmina de vidre per la part superior. Es prepara la resta de talls sota el mateix procediment i es van apilant un sobre l'altre, fins a la col·locació final sobre els talls, d'un pes per aconseguir el màxim contacte entre les peces (mètode Sandwich). Aquestes preparacions s'hauran de mantenir durant mínim de 24h a temperatura ambient amb una pressió axial. Per acabar el procés de curat dels nostres talls, els col·locarem al forn a 45° durant 72h. Posterior a la fase de curat ja es poden conservar en temperatura ambient i les tenim disponibles per estudi.

El procediment per a la obtenció d'aquest tipus de mostres és llarg (entre 3 setmanes i un mes per obtenir un grup de 25 a 30 talls). Si tenim en compte que de cada pelvis humana n'extraiem uns 100 talls, el processament global d'una pelvis s'allarga entre 3 o 4 mesos (*Figura 32*).

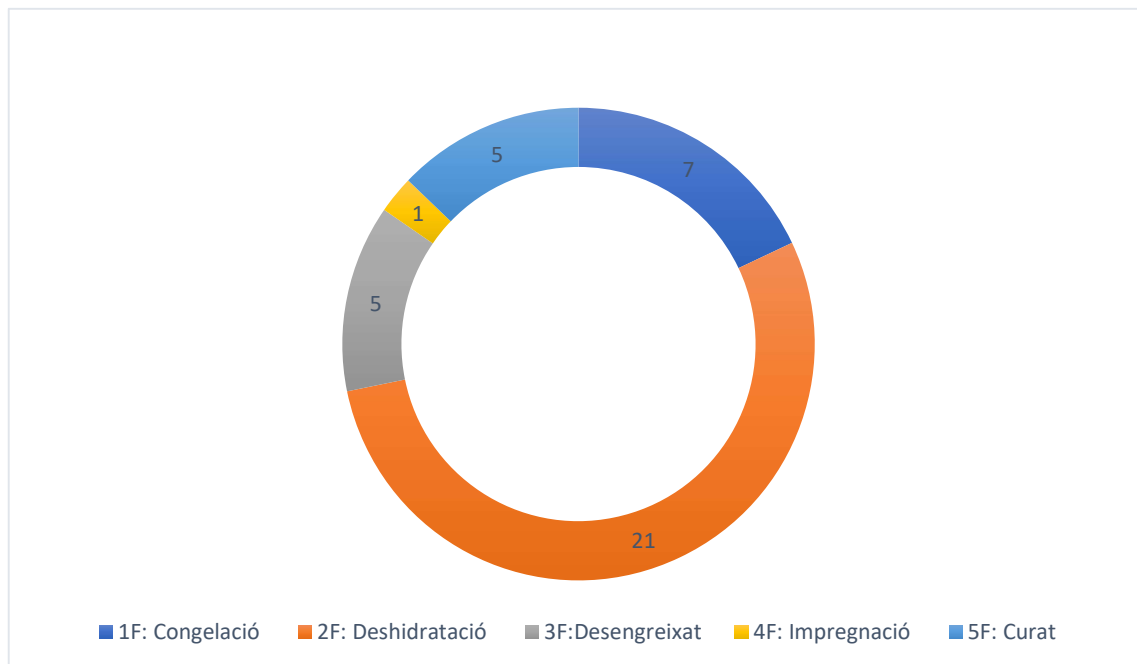


Figura 32: Fases del procés de plastinació i durada del seu procés per a 25-30 talls (Total de 39 dies).
Autor: font pròpia.

3.6.2 Determinació de mesures

Un cop finalitzat el curat dels talls, es va procedir a escanejar cadascun d'ells a 2400 DPI (escàner EPSON perfection V800 Photo) i amb programes d'anàlisi d'imatges (ImageJ/Fiji) es va treballar aspectes morfològics de la nostra diana d'estudi.

Vàrem realitzar un anàlisi de l'estructura del NC al seu pas per l'EGP. Es varen seleccionar els talls més representatius segons les troballes observades a la primera part de la tesi (*Figura 33*). Es va definir un total de 7 talls de les 4 hemipelvis que es van analitzar al detall (*Taula 7*).

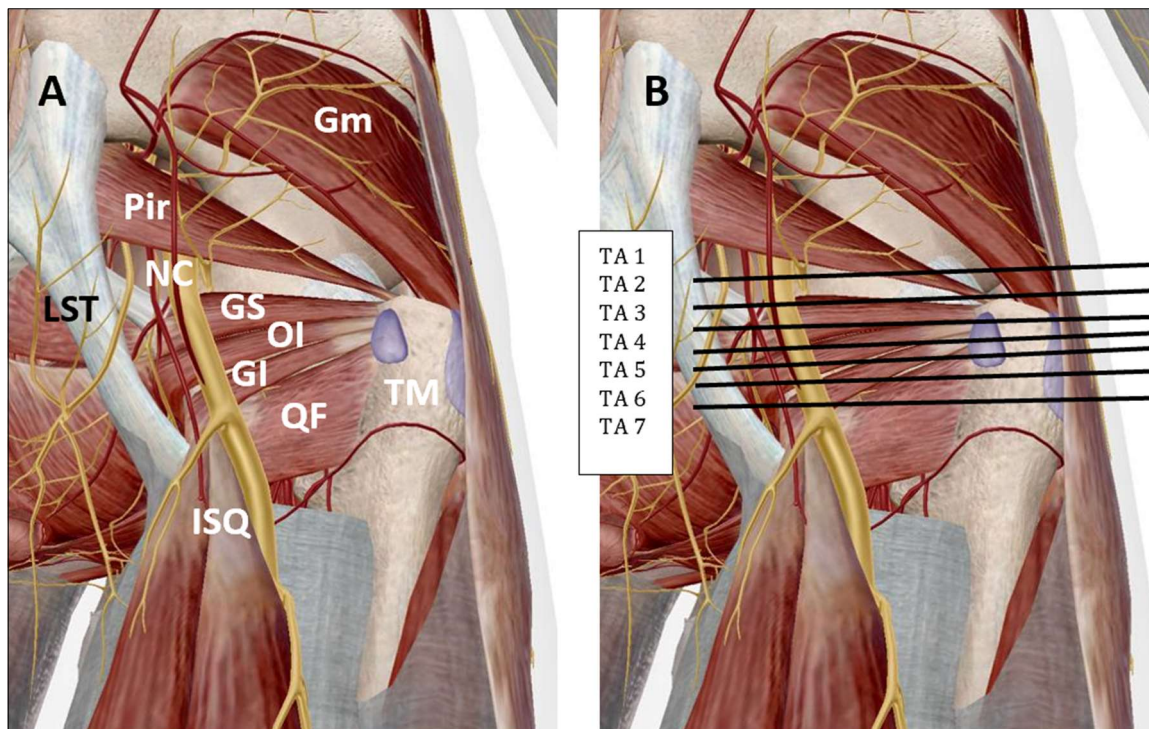


Figura 33: Talls axials analitzats a la segona part de l'estudi. (A) Estructures de l'EGP: Gm múscul gluti menor, TM trocànter major, Pir múscul piriforme, NC nervi ciàtic, GS múscul gèmin superior, OI múscul obturador intern, GS múscul gèmin inferior, QF múscul quadrat femoral, ISQ múscul isquiotibials. (B) Localització dels 7 talls axials objecte d'estudi. Imatges extretes de Atlas de anatomia Humana 3D visible Body, versió 2023.05.005 (8).

Taula 7: Selecció de talls a estudi segons importància anatòmica.

Tall axial 1	Marge inferior del múscul piriforme (Marge superior de l'EGP).
Tall axial 2	Interval entre el múscul Piriforme i el múscul GS.
Tall axial 3	Interval entre el múscul GS i el múscul OI.
Tall axial 4	Múscul OI.
Tall axial 5	Interval entre el múscul OI i el múscul GI.
Tall axial 6	Interval entre el múscul GI i el múscul QF.
Tall axial 7	Múscul QF a l'altura de l'espai isquiofemoral.

Es va fer una descripció anatòmica acurada de la zona, amb especial interès al NC. Es va descriure el teixit periciàtic destacant-ne les propietats, les característiques anatòmiques i la disposició del mateix en els diferents talls estudiats. Es van definir les estructures annexes i se'n varen descriuen la relacions existents amb el complex de teixit connectiu on està inclòs el NC.

Es va dur a terme una descripció anatòmica amb una sistemàtica estandarditzada per a cada un dels talls, de proximal a distal i la descripció de cada un dels talls axials va ser de de lateral a medial.

A través del processador d'imatges *ImageJ/Fiji*, es parametrizen les dades següents (*Figura 34*):

- Àrea de teixit connectiu on està inclòs el NC.
- Determinació de l'àrea mitjana de teixit connectiu periciàtic de les 4 mostres.
- Distància de l'inici de la digitació lateral fins a la zona anatòmica d'adhesió.
- Càlcul de la distancia mitjana de la digitació lateral de les 4 mostres.
- Distància de l'inici de la digitació medial fins a la zona anatòmica d'adhesió.
- Càlcul de la distancia mitjana de la digitació medial de les 4 mostres.

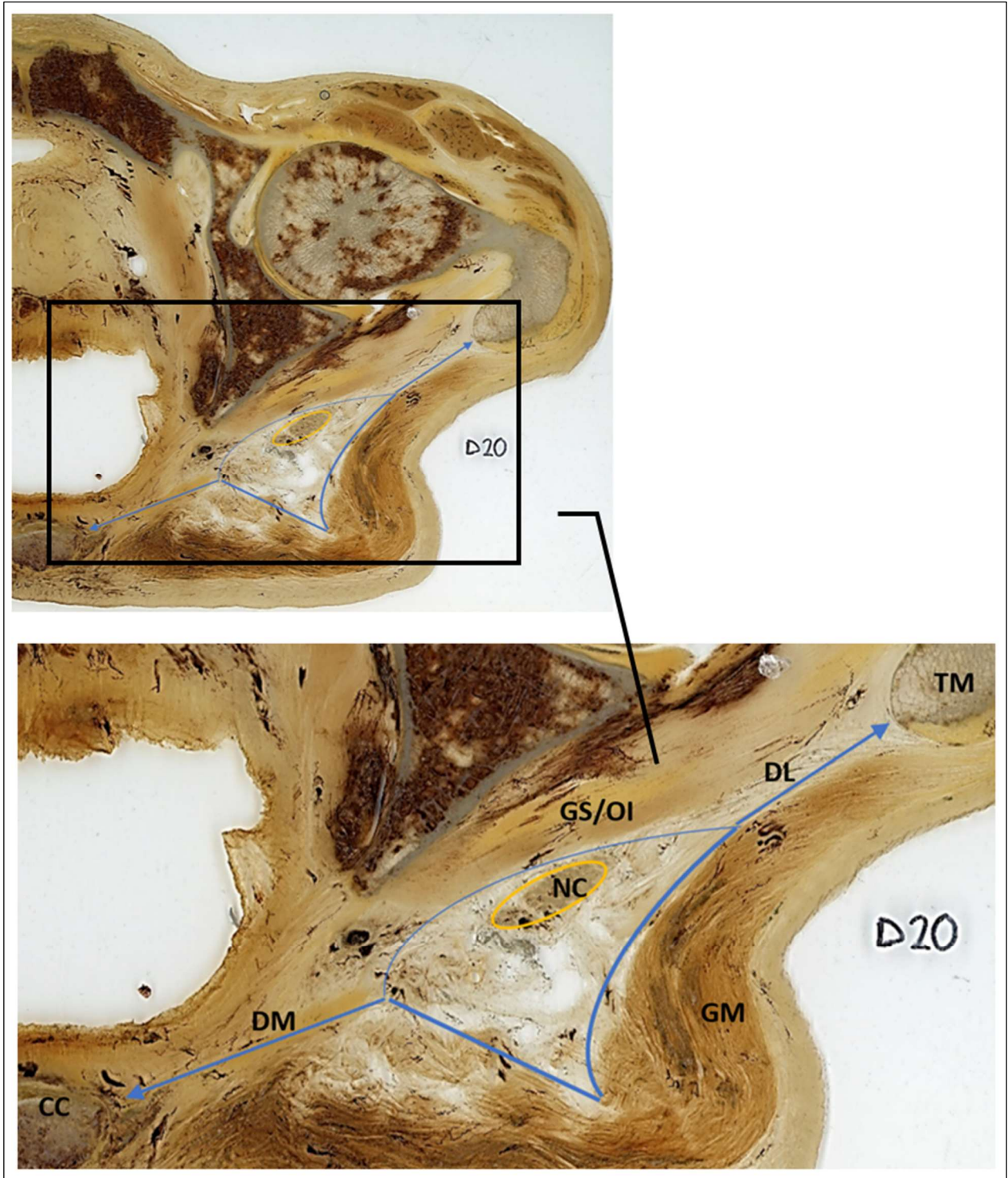


Figura 34: Anàlisi dels talls axials. Cercle groc: NC nervi ciàtic. Perímetre central blau: àrea de teixit connectiu periciàtic Blau. DL digitació lateral. DM digitació medial. GM múscul gluti major. GS/OI interval entre el múscul gèmin superior i obturador intern. TM trocànter major. CC Còccix. Autor: font pròpia.

3.7 Protocol de preparació dels talls histològics amb tricròmic de Masson.

3.7.1 Protocol de preparació de les mostres

La tercera part del nostre treball de tesi doctoral va ser necessària per corroborar si existia contacte directe entre el NC i les estructures annexes. Per poder-ne treure conclusions exactes es va plantejar la tercera i última part de la tesi, l'estudi histològic convencional mitjançant tinció de tricròmic de Masson.

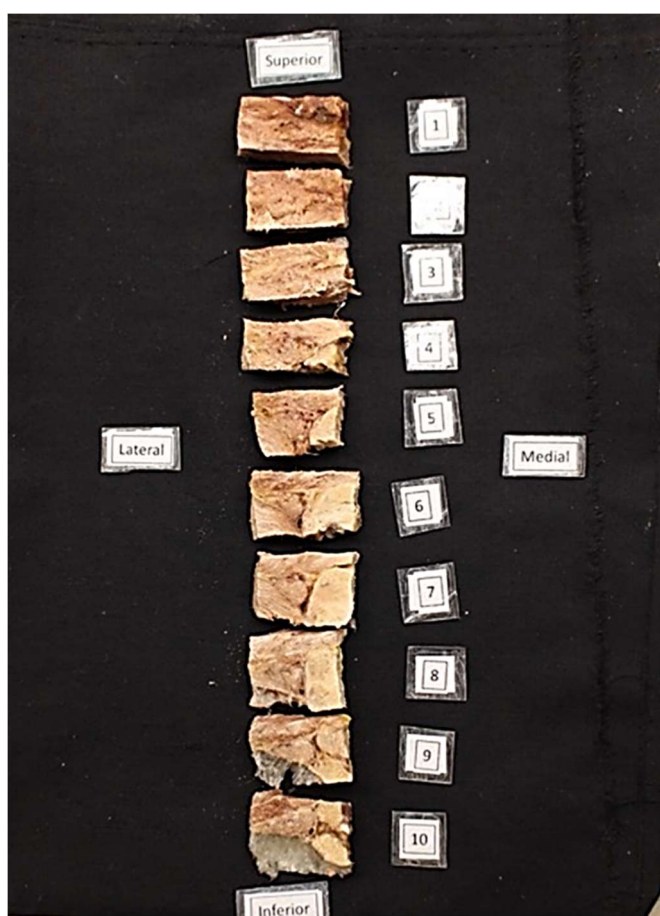


Figura 35: Compartimentació de l'EGP al voltant del NC en 10 seccions per l'extracció de talls per a l'estudi histològic convencional. Autor: font pròpia.

Es va seleccionar una hemipelvis humana i es va fixar en solució de formaldehid al 10%. Es va extreure un bloc de l'espai subgluti respectant part del múscul gluti major i els músculs pelvitrocantèrics, delimitant-ne la zona de l'EGP entorn del NC. D'aquesta mostra se'n van fer 10 seccions axials de cranial a caudal, d'aproximadament 0,8 cm de gruix cadascuna (Figura 35). De cada secció, un cop

fixades, es varen fer talls histològics de 8 µm de gruix i es va procedir a aplicar el protocol de tinció de tricròmic de Masson, una tinció histològica que ens va permetre estudiar amb detall el teixit connectiu.

Cada un dels talls realitzats es va post-fixar amb una solució de Bouin i es va incloure en parafina. Per acabar el procés es varen realitzar talls del teixit amb seccions de 8 µm, i es van adherir a un portaobjectes prèviament cobert amb gelatina.

Protocol de processament tricròmic de Masson:

- I. Es desparafina amb xilè durant 10 min, procés que es realitza dues vegades.
- II. S'inclou amb etanol de graduació decreixent (100º, 96º,80º i 50º) durant 10 minuts amb cada una de les graduacions.
- III. Neteja de la mostra amb aigua destil·lada, tres vegades durant 3 minuts.
- IV. Inclusió amb Hematoxilina fèrrica de Weigert durant 10 minuts i posteriorment 5 minuts amb aigua corrent per aconseguir la diferenciació i el viratge de color..
- V. Neteja amb aigua destil·lada durant 3 minuts
- VI. Tinció durant 5 minuts amb fucsina escarlata (90 ml d'escarlata de Biebrich al 1%, 9ml de fucsina àcida en solució aquosa i 1ml d'àcid acètic glacial)
- VII. Neteja de 2 minuts en aigua destil·lada.
- VIII. Submergim la mostra 5 minuts amb àcid dosdomolíbdic al 5% amb aigua destil·lada, pas imprescindible per aconseguir una correcte tinció del "verde luz" en el teixit. Inclusió 10 minuts amb "verde luz" al 2 % .
- IX. Neteja uns segons amb aigua destil·lada.
- X. Deshidratem la mostra amb etanol de graduació creixent 80º→96º→100º. Aquest procés s'ha realitzar amb una certa rapidesa, s'ha d'aconseguir que la fucsina-escarlata vagi virant però no decolorar massa el "verde luz".
- XI. Finalment tornem a impregnar la mostra 2 vegades durant 10 minuts amb xilè i acabem amb la cobertura del muntatge de cobreobjectes.

3.7.2 Determinació de dades

Es determina segons la tinció el color que han adquirit les estructures estudiades amb la tècnica de tricròmic de Masson (*Taula 8*).

Taula 8: Estructures segons la tinció amb tricròmic de Masson.

COLOR	ESTRUCTURA ANATÒMICA
Verd blavós	Teixit de col·làgena
Marró-Vermellós	Teixit muscular
Negre	Nuclis

Es seleccionen talls micromètrics (8µm) de les diferents seccions definides a la segona part de la tesis.

Amb l'anàlisi d'aquestes imatges microscòpiques, vàrem aconseguir fer una descripció microscòpica de les capes més fines del teixit connectiu que embolcalla el NC (*Figura 36*). En vàrem determinar si el teixit presenta una disposició de 360° al voltant del nervi en tot l'espai del gluti profund o no. Es va definir les zones on el nervi presentava una disposició més central, o més excèntrica. A les zones on el nervi presentava major excentricitat es va corroborar la relació amb les estructures annexes.

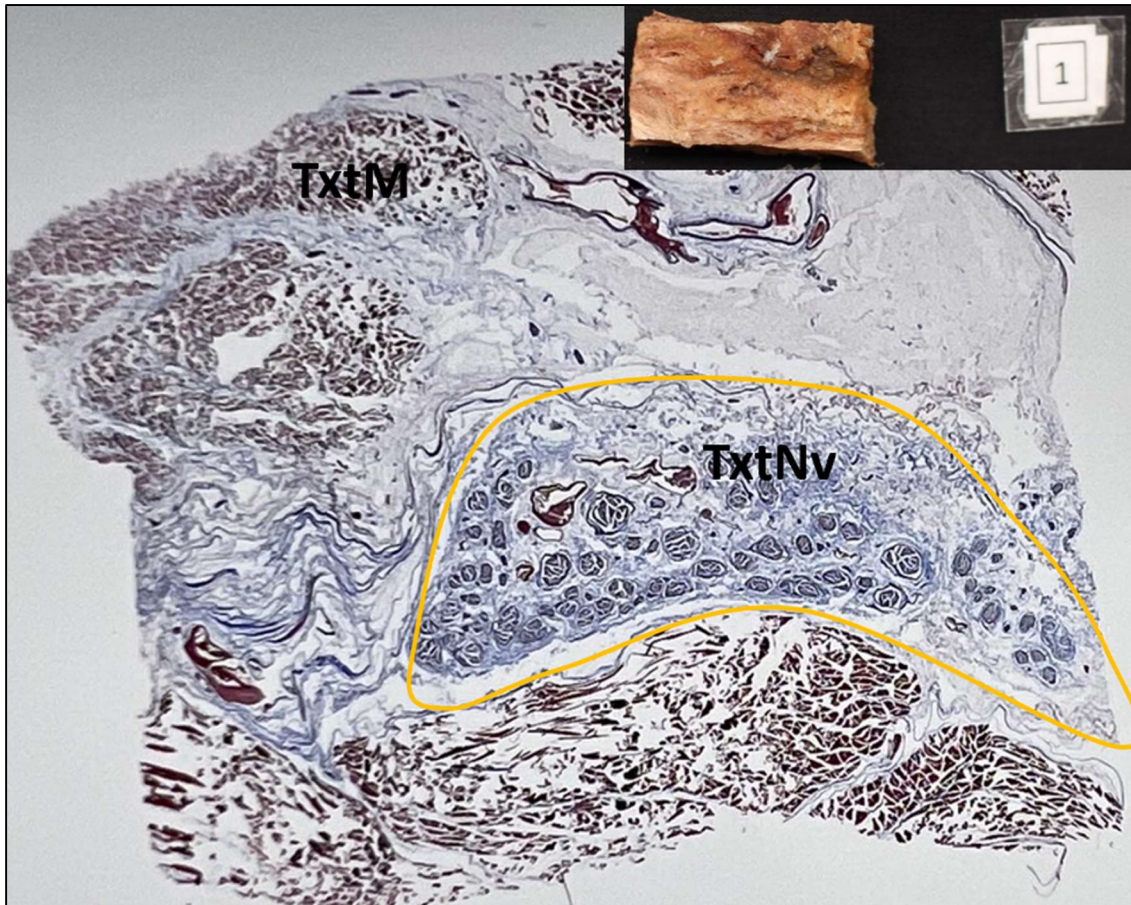


Figura 36: Secció de nervi ciàtic amb preparació amb tricròmic de Masson. Perímetre: teixit connectiu periciàtic. TxTM: teixit muscular. TxTNv: teixit nerviós. Autor: font pròpia

3.8 Anàlisi estadística

Per l'anàlisi estadístic es descriuran inicialment variables morfomètriques, qualitatives i quantitatives. En les variables qualitatives es descriuran la freqüència absoluta i els percentatges, i en les quantitatives la mitjana i la desviació estàndard.

L'anàlisi estadística es realitzarà a través del programa de gestió de dades Microsoft Excel 2016.

4. RESULTATS

4. RESULTATS

4.1 Estudi anatòmic i paràmetres morfomètrics mitjançant macro i microdissecció

Es varen dissecar la totalitat de les 15 hemipelvis seleccionades en el laboratori d'anatomia humana de la UdG. Es va revisar l'anatomia macroscòpica des de la sortida del NC a nivell del múscul piriforme fins a nivell del tendó dels isquiotibials a l'alçada de la tuberositat isquiàtica.

Es va poder confirmar la presència d'un teixit connectiu d'aparença contínua, en contacte amb el nervi, durant tot el recorregut dins l'EGP. Es va fer difícil poder determinar amb exactitud si la seva disposició era de forma circumferencial en la totalitat de la seva longitud, des de la vora inferior del múscul piriforme fins a la tuberositat isquiàtica. Destacava que el teixit que embolcallava el nervi presentava una diferència pel que fa el seu gruix i la seva resistència, essent més dèbil a nivell proximal i presentant un gruix major a nivell distal.

Vàrem poder determinar en les mostres estudiades, l'existència de variants anatòmiques del NC a nivell del múscul piriforme (*Figura 37*). De les 15 hemipelvis, 4 presentaven un múscul piriforme bífid i l'entrada del nervi a EGP en disposició bifurcada com a branca tibial (profund) i fibular (superficial) (*Taula 9*). S'unien formant el NC dins l'EGP (*Figura 38 i taula 10*), a una distància mitjana de 18,5mm (SD +/-3,1mm) des de la vora inferior del múscul piriforme (*Taula 11 i figura 39*).

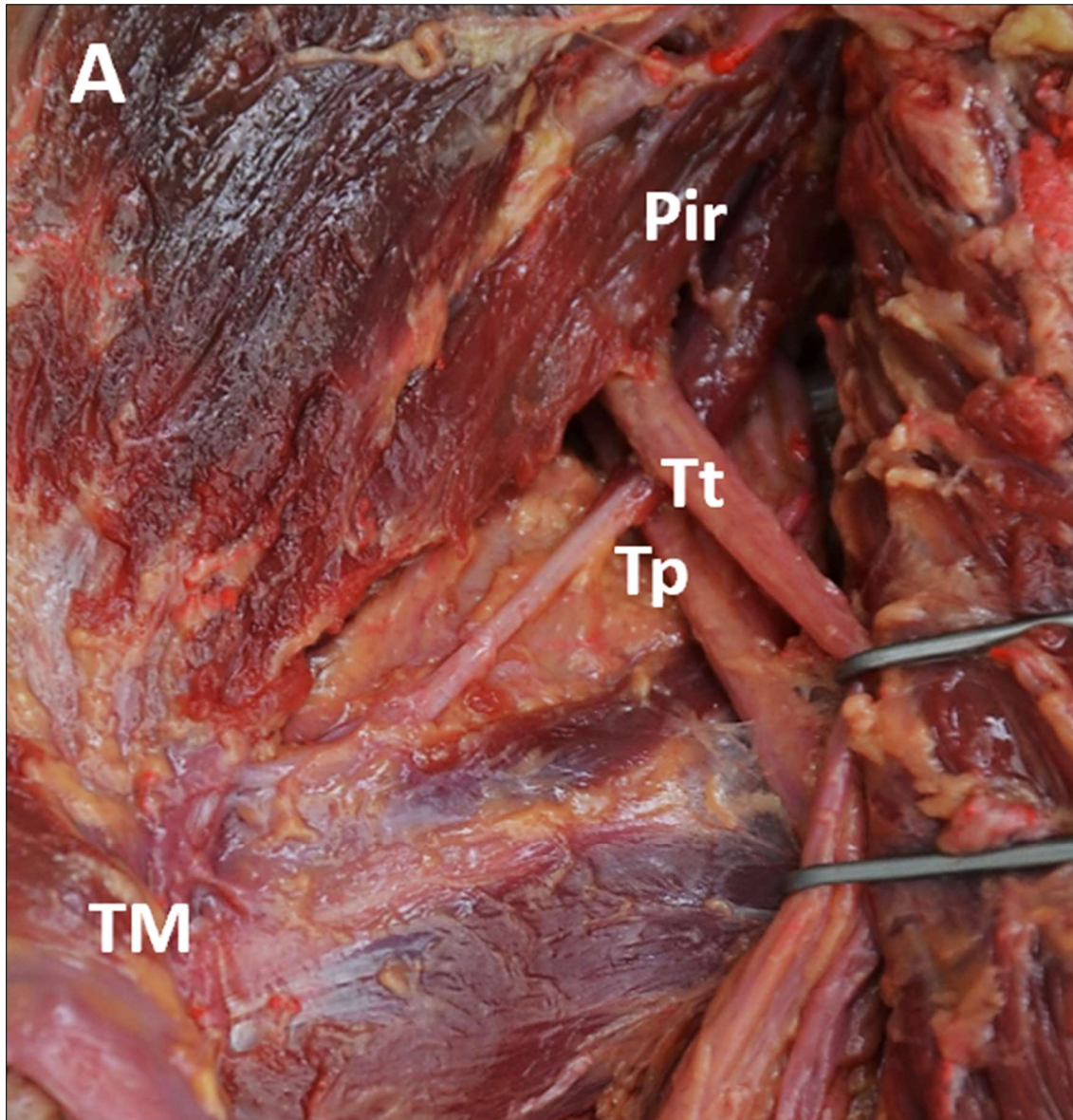


Figura 37: Dissecció anatòmica on es mostra un múscul piriforme bífid amb l'entrada del NC a l'EGP bifurcat. Pir múscul piriforme. Tt tronc tibial. Tp tronc fibular. TM trocànter major. Autor: font pròpia.

Taula 9: Tipus d'entrada del NC dins l'EGP.

<i>Tipus de sortida del nervi</i>	<i>N</i>
Conjunt	11
Bifurcat	4

Taula 10: Distància d'unió del NC des de la vora inferior del múscul piriforme.

<i>Espècimen</i>	<i>Distància d'unió a NC (mm)</i>
4.1	23
4.2	17
7.2	16
9.2	18

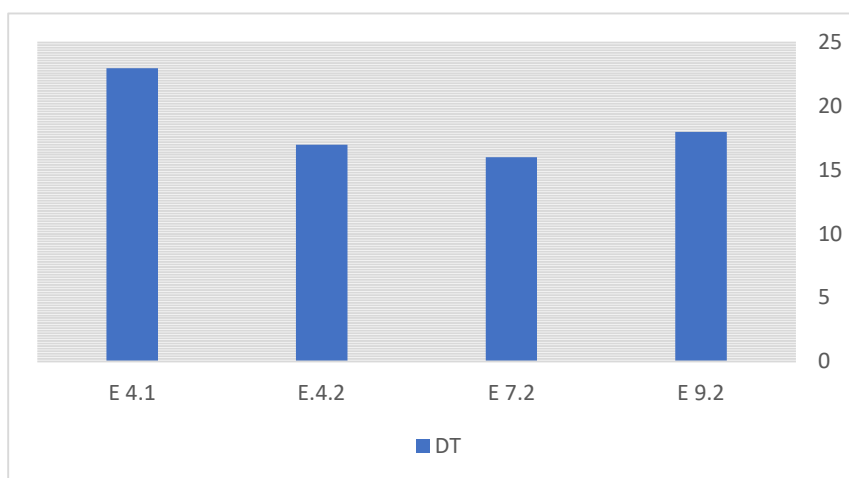


Figura 38: Distàncies de la unió del NC des de la vora inferior del múscul piriforme en mil·límetres. DT distàncies. E espècimens humans. Autor: font pròpia

Taula 11: Distància mitjana i desviació estàndard d'unió del NC des de la vora inferior del múscul piriforme.

<i>Sortida NC</i>	<i>N</i>	<i>DT mitjana i DE des de la vora inf. Piriforme (mm)</i>
Bifurcat	4	18,5 +/- 3,1

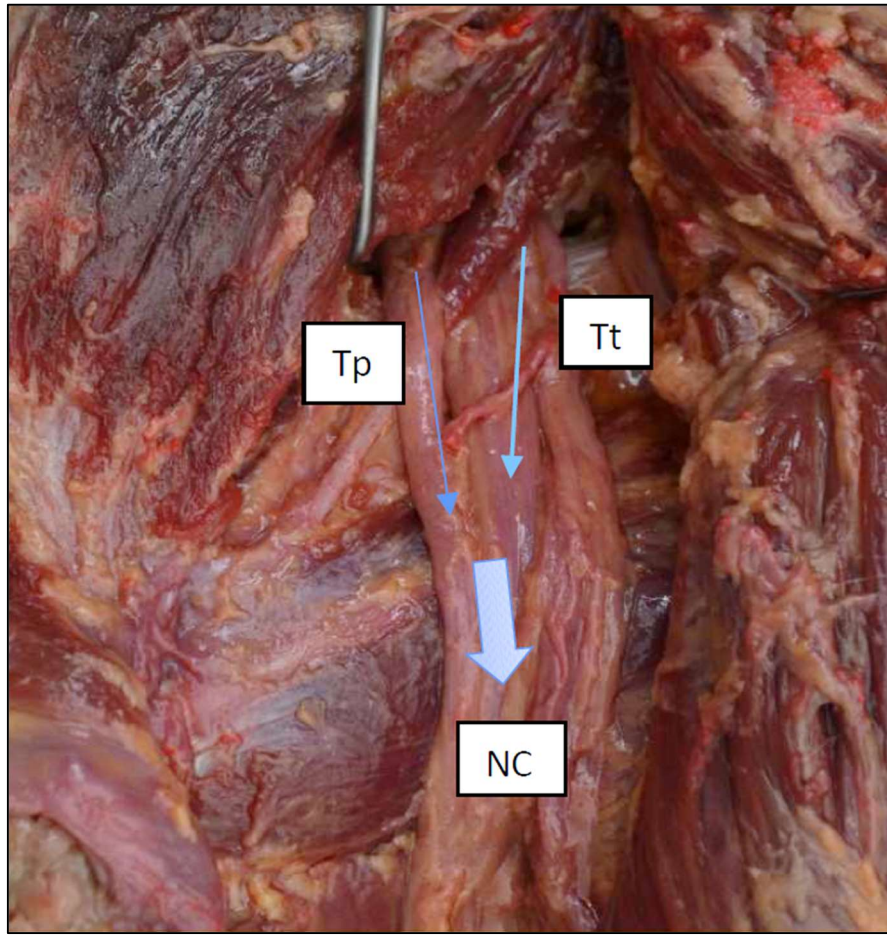


Figura 39: Unió del trunc fibular (Tp) i el trunc tibial (Tt) formant el NC dins l'EGP. Autor: font pròpia.

Seguint amb l'anàlisi anatòmica, distalment, vàrem trobar la presència de teixit fibrovascular en relació al NC en el **93,3%** dels casos amb diferents variants anatòmiques (Taula 14 i figura 40).

De les 14 disseccions es va mesurar la distància entre la vora inferior del piriforme fins el teixit fibrovascular en la zona de interacció amb el NC (Taula 12). La distància mitjana va ser de 9,73mm (SD +/- 5,8mm) (Taula 13).

La disposició anatòmica més prevalent en el nostre estudi va ser la tipus 1B (segons la classificació de Pérez Carro et al (7)), no presentant una adhesió sobre el NC però creuant-lo amb una direccionalitat de posterior a anterior. La segona variant anatòmica més observada va ser la 2B (segons la classificació de Pérez Carro et al (7)), adherida al NC medialment (Figura 41).

Taula 12: Presència de teixit fibrovascular amb el NC en un total de 14 de 15 disseccions. Distància des de la vora inferior del piriforme. Autor: font pròpia.

Espècimen 14	DT - vora inf piriforme (mm)
1.2	19
2.1	13
2.2	11
3.1	12
3.2	10
4.1	15
4.2	0
5.1	8
5.2	10
7.2	8
8.1	14
9.2	0
10.2	15
11.2	11

Taula 13: Distància mitjana i desviació estàndard del teixit fibrovascular des de la vora inferior del piriforme

<i>Presència TFV</i>	<i>N</i>	<i>DT mitjana des de la vora inf. Piriforme (mm)</i>
SI	14	9,73 +/- 5,8

Taula 14: Variants anatòmiques observades en relació al teixit fibrovascular i el NC.

Espècimen	TFV	Adhesió	Tipus
1.2	Si	No Adherit	1B
2.1	Si	No Adherit	1B
2.2	Si	Adherit	2A
3.1	Si	Adherit	2A
3.2	Si	Adherit	1B
4.1	Si	Adherit Tronc tibial	2B
4.2	Si	Adherit Tronc fibular	2B
5.1	Si	No Adherit	1B
5.2	Si	No Adherit	1B
6.2	No	No	-
7.2	Si	Adherit Tronc fibular	2B
8.1	Si	Adherit	2A
9.2	Si	Adherit Tronc fibular	2B
10.2	Si	No Adherit	1B
11.2	Si	No Adherit	1B

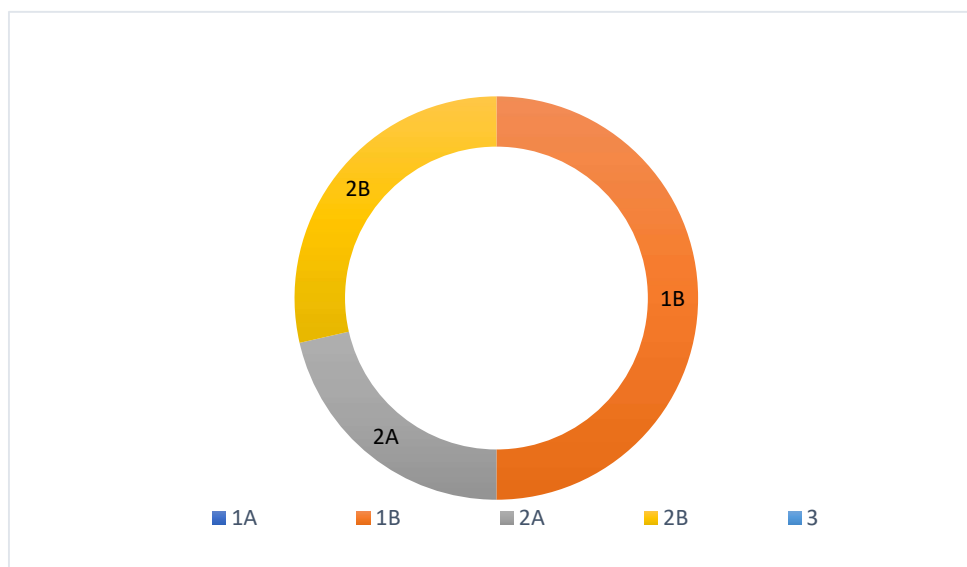


Figura 40: Distribució de les variants anatòmiques del TFV en la nostra mostra N=14. Autor: font pròpia.

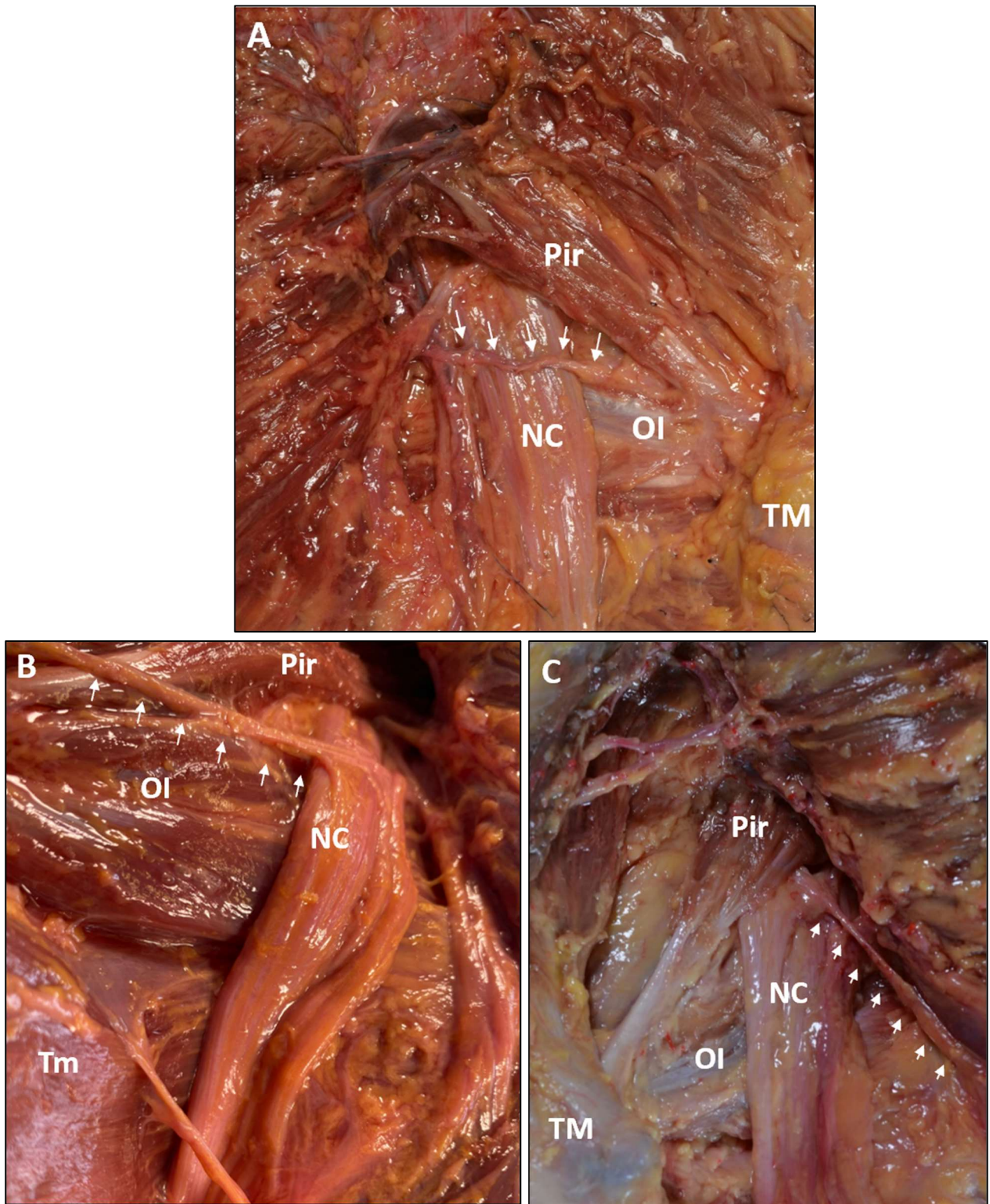


Figura 41: (A) Teixit fibrovascular 1B. (B)Teixit fibrovascular tipus 2A. (C) Teixit fibrovascular tipus 2B. Fletxes: Teixit fibrovascular. OI múscul obturador intern. Pir múscul piriforme. NC nervi ciàtic. TM trocànter major. Tm trocànter menor. Autor: font pròpia.

Es va analitzar del total de les disseccions la relació del teixit connectiu periciàtic amb les estructures de la cara anterior de l'EGP.

Confirmàvem la presència d'un teixit connectiu de consistència i gruix variable, essent més fi i laxa a nivell proximal, lleugerament engruixit però menys laxa a nivell del complex GS-OI-GI, i de major gruix i menor elasticitat a nivell distal.

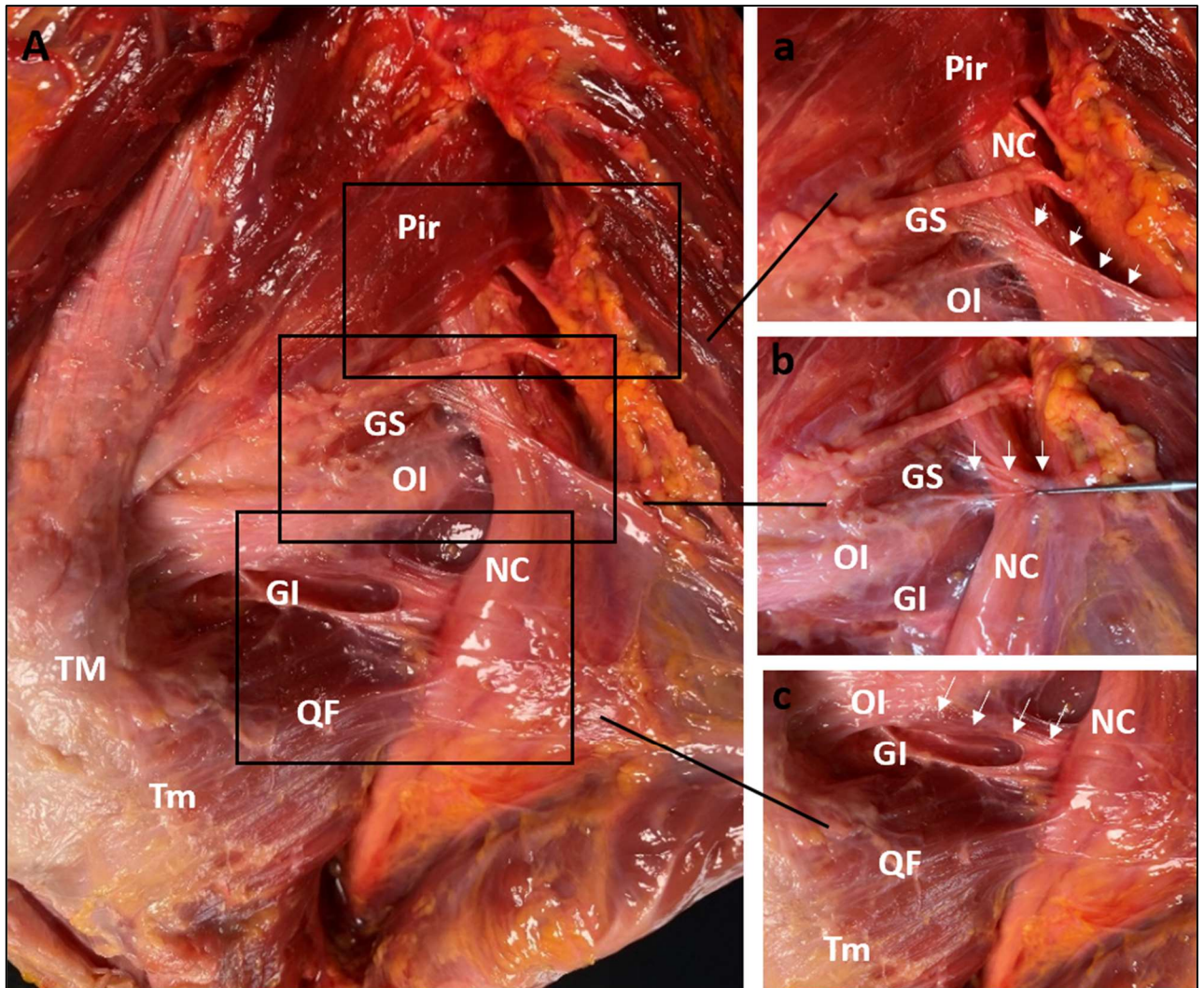


Figura 42: (A) Teixit connectiu periciàtic dins l'EGP. Fletxes: teixit connectiu. TM trocànter major. Tm trocànter menor. Pir múscul piriforme. GS múscul gèmin superior. OI múscul obturador intern. GI múscul gèmin inferior. QF múscul quadrat femoral. NC nervi ciàtic. (a) Ampliació regió proximal amb presència de teixit connectiu periciàtic entre el múscul GS i l'OI. (b) Ampliació regió mitja amb presència de teixit connectiu periciàtic a nivell del múscul OI. (c) Ampliació de la regió distal amb presència de teixit connectiu periciàtic entre els músculs GI i QF. Autor: font pròpia.

Es varen determinar dos punts a nivell de la cara anteromedial del NC, on el teixit connectiu presentava una disposició diferenciada. S'objectivava un lleuger engruiximent del mateix i un augment de la resistència de les fibres amb una direccionalitat en profunditat, situant-se als espais intermusculars entre el múscul GS i l'OI i entre el múscul GS i el múscul QF (Figura 42). A la regió de la tuberositat isquiàtica presentava un important engruiximent de característiques circumferencial al voltant del tronc del NC. Aquest embolcall periciàtic mantenia una estreta unió amb el tendó conjunt dels músculs isquiotibials. Presenta a nivell distal una "cuirassa" paraneural que li confereix protecció (Figura 43) (68).

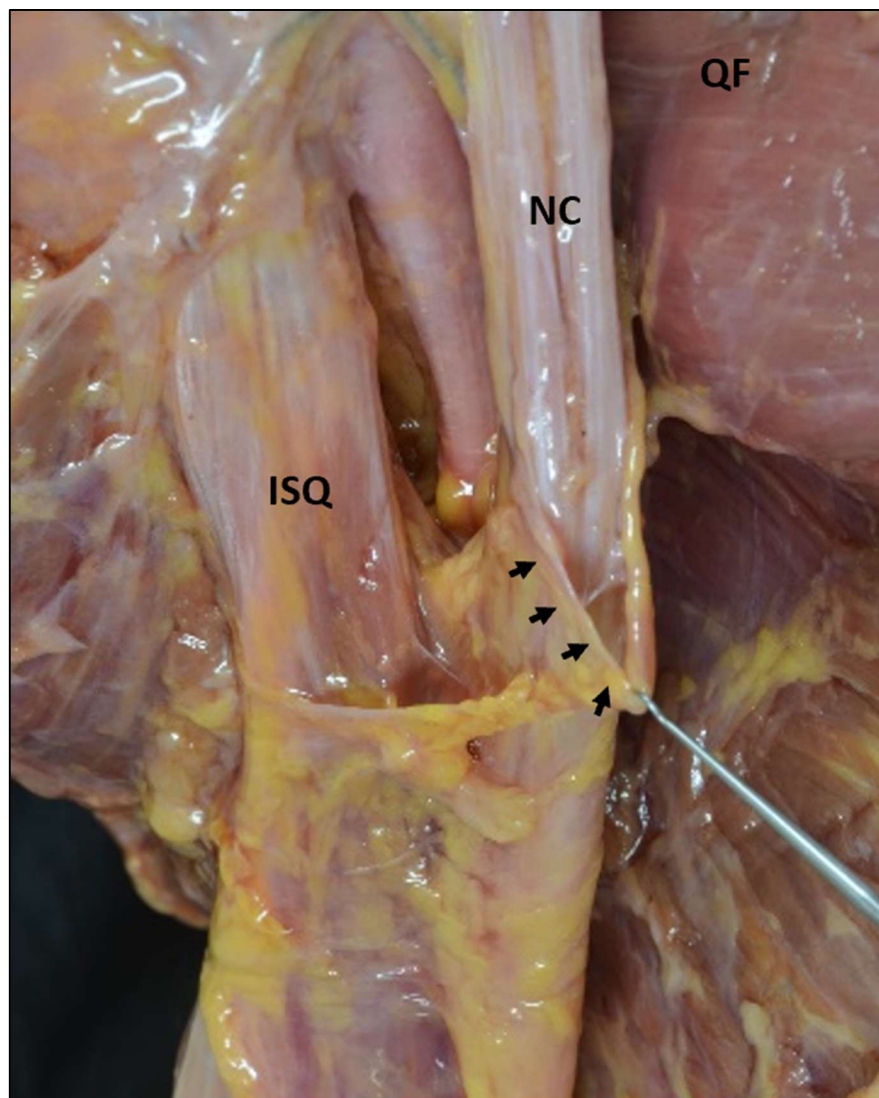


Figura 43: Teixit connectiu periciàtic a la regió més distal. Disposició circumferencial formant una cuirassa perineural. Fletxes: teixit connectiu periciàtic. ISQ tendó dels músculs isquiotibials. NC nervi ciàtic. QF múscul quadrat femoral. Autor: font pròpia.

Per tant vàrem observar la presència de dos possibles punts d'ancoratge anteromedials del NC dins l'EGP: un a nivell de l'espai intermuscular entre els músculs GS i OI i l'altre entre els músculs GI i QF. Aquesta troballa anatòmica es trobava present en el **86%** de les mostres dissecades.

En vàrem definir les següents distàncies, des de la vora inferior del múscul piriforme fins a la vora superior del múscul QF, amb la presència com a punt mig el múscul obturador intern.

Es varen referenciar les següents distàncies (*Taula 15 i 16*):

Taula 15: Distàncies en mil·límetres dels punts d'ancoratge antero-medials del NC dins l'EGP.

1	De la vora inferior del múscul piriforme fins a la vora superior del múscul OI
2	De la vora superior del múscul OI fins a la vora superior del múscul QF

Taula 16: Distàncies i relació entre, la vora inferior del múscul piriforme i OI i entre el múscul OI i la vora superior del múscul QF

Espècimen	Lat	Piriforme- OI (mm)	OI- QF (mm)
1.2	E	23	15
2.1	D	30	20
2.2	E	22	23
3.1	D	25	20
3.2	E	26	24
4.1	D	35	20
4.2	E	31	23
5.1	D	30	20
5.2	E	32	21
6.2	E	17	19
7.2	E	33	25
8.1	D	28	20
9.2	E	22	18
10.2	E	28	18
11.2	E	27	10

Es va definir la mitjana i desviació típica de les distàncies obtingudes, des de la vora inferior del múscul piriforme fins a la vora superior del múscul OI, essent de 27,2mm (SD +/- 4,8 mm) i del múscul OI fins a la de la vora superior del múscul QF essent de 19,7 (SD +/-3,7 mm) (Taula 17, 18 i figura 44).

Taula 17: Distància mitja des de la vora inferior del múscul piriforme i la vora superior del múscul OI.

N	DT mitjana i DE des de la vora inf. Piriforme- OI (mm)
15	27,2 +/- 4,8

Taula 18: Distància mitjana i desviació estàndard des del múscul OI a la vora superior del múscul QF.

N	DT mitjana i DE des de OI-QF (mm)
15	19,7 +/- 3,7

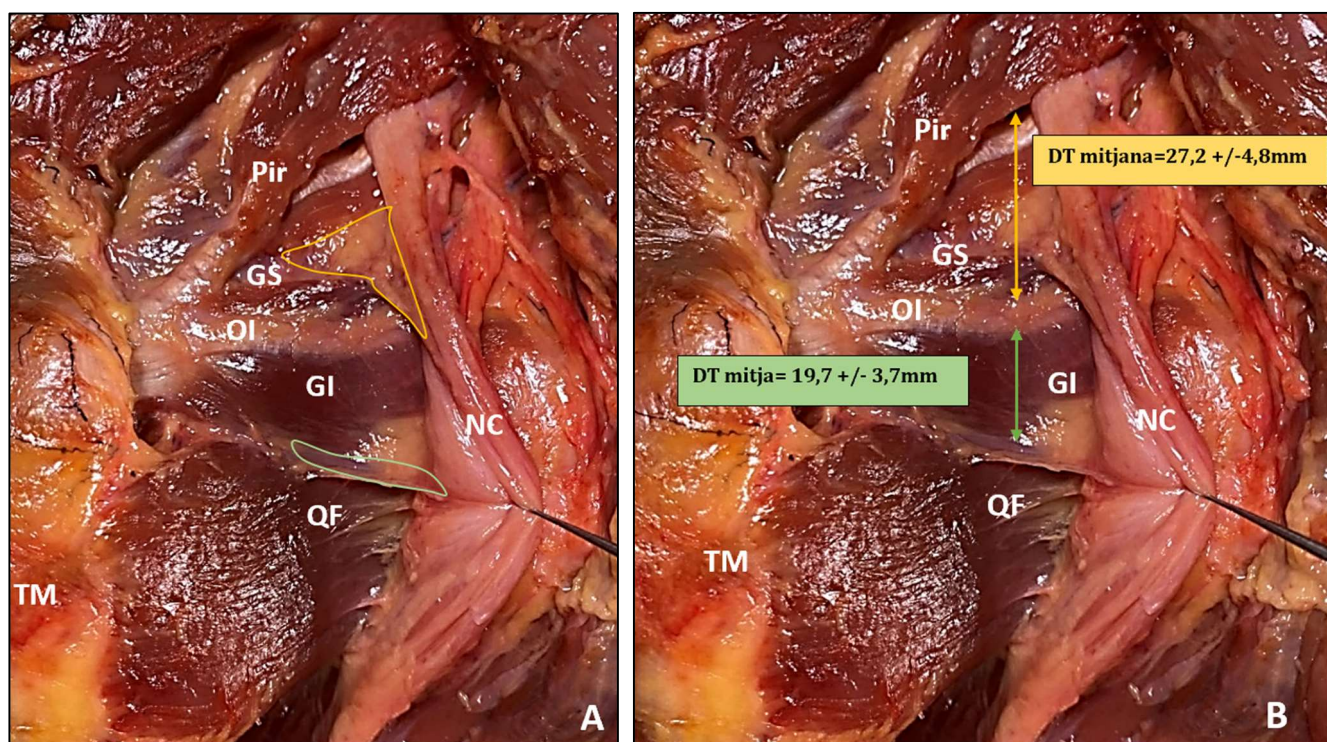


Figura 44: Teixit connectiu periciàtic a la cara anteromedial del NC. TM trocànter major. Pir múscul piriforme. GS múscul gèmin superior. OI múscul obturador intern. GI múscul gèmin inferior. QF múscul quadrat femoral. NC nervi ciàtic. (A) Groc: disposició del teixit connectiu cap al pla intermuscular entre els músculs GS i GI. Verd: disposició del teixit connectiu cap al pla intermuscular entre els músculs GI i QF. (B) Fletxa groga: distància entre la vora inferior del múscul piriforme i la vora superior del múscul OI, distància mitjana. Fletxa verda: distància entre el múscul OI i la vora superior del múscul QF, distància mitjana. Autor: font pròpia.

4.2 Estudi anatòmic i paràmetres morfomètrics mitjançant talls semifins i plastinació P40 (Biodur®).

Mitjançant l'ús dels talls plastinats amb la tècnica P40 de Biodur®, es va realitzar una anàlisi anatòmic posant especial atenció la disposició del teixit connectiu que envolta el NC i que el relaciona amb les estructures veïnes dins l'EGP. Aquesta segona part posava en valor les troballes de la primera fase. L'anàlisi en tall axial ens va permetre poder descriure anatòmicament l'EGP, sense haver de manipular cap estructura per accedir-hi.

En una primera observació general de l'EGP en pla axial, destacava la presència d'un embolcall de teixit connectiu que incloïa el NC en una disposició excèntrica anterior. En la quasi totalitat dels talls, el nervi semblava estar envoltat de manera circumferencial per una làmina de teixit connectiu dens que delimitava l'interior de l'EGP. A la regió posterior del NC i fins al múscul gluti major, existeix un gran gruix de teixit connectiu heterogeni que sembla conferir-li protecció. A la cara anterior destacava una fina làmina de teixit connectiu dens que separa el nervi de les estructures que formen el límit anterior de l'espai. En els talls més distals, no es va aconseguir percebre la presència de la capa d'interposició entre el teixit muscular i el teixit nerviós. Destacava també l'adhesió d'aquest teixit connectiu a diferents estructures anatòmiques medials i laterals. Aquests punts d'ancoratge els vàrem observar a les 4 hemipelvis estudiades. La fixació del teixit connectiu dona estabilitat al NC en el seu pas per l'EGP.

4.2.1 Anàlisi morfològica del teixit connectiu periciàtic

A continuació es mostren el resultats de l'estudi morfològic dels talls semifins centrant-nos en set punts identificats en el trajecte del NC a l'EGP.

Tall axial 1 (entrada del NC a EGP):

Secció més proximal, s'observa com a límit anterior de l'EGP el tendó i múscul piriforme, que va a insertar-se a la fossa trocantèrica. El NC com a estructura central es relaciona a nivell anterior amb el múscul piriforme i posteriorment amb el gluti major. El nervi es troba envoltat per teixit connectiu de disposició triangular a la secció. Presenta una important quantitat de teixit a la part posterior, amb un gruix màxim de 16mm, mentre que a nivell anterior el gruix es només de 2mm. Es relaciona íntimament amb el múscul piriforme. Aquest teixit connectiu presenta una digitació lateral seguint el tendó del piriforme, anant a buscar la cara postero-medial del trocànter major. A nivell medial presenta una altra digitació que es dirigeix i s'adhereix de manera més àmplia a nivell del còccix i el lligament sacroespinós (Figura 45).

Tall axial 2 (interval entre el múscul piriforme i el múscul GS):

Lateralment s'observa el tendó del múscul piriforme ja a la transició amb el tendó del GS insertant-se en el vèrtex del trocànter major. EL NC es manté com a estructura central, limitada posteriorment pel múscul gluti major i anteriorment pel ventre muscular del piriforme i el tendó i ventre muscular del GS. Es continua veient envoltat per teixit connectiu. El gruix màxim a nivell posterior és manté de 16mm mentre que a nivell anterior el gruix és de 1mm. Les digitacions laterals presenten una adhesió de major superfície a la regió postero-lateral del trocànter major. A nivell medial les extensions de teixit connectiu van adquirint major tensió i una adhesió més ferma al còccix i al lligament sacroespinós (Figura 46).

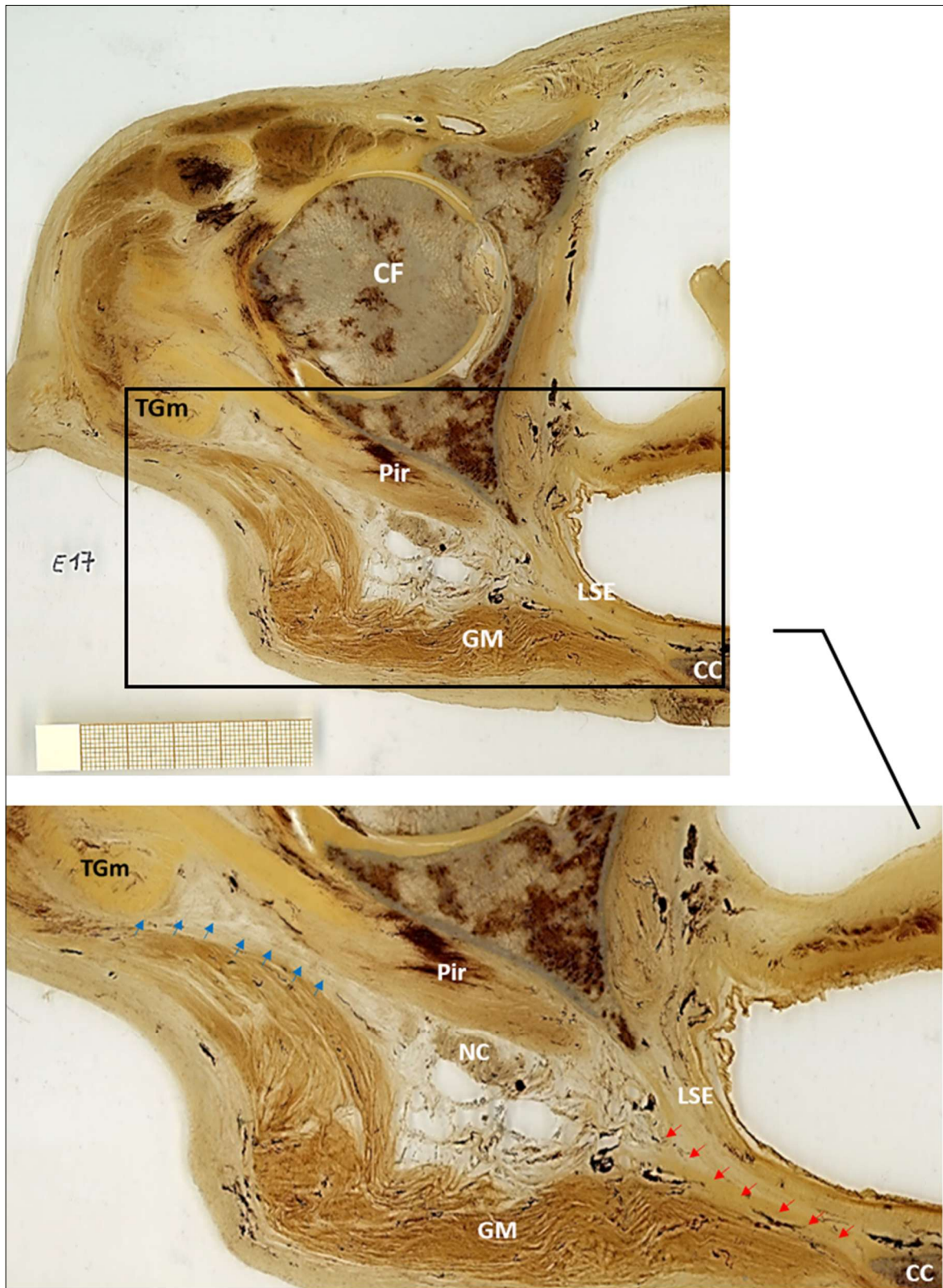


Figura 45: Tall axial: entrada del NC a l'EGP. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial. CF cap femoral. Pir múscul piriforme. TGm tendó del gluti mig. GM múscul gluti major. LSE lligament sacroespínós. CC còccix. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

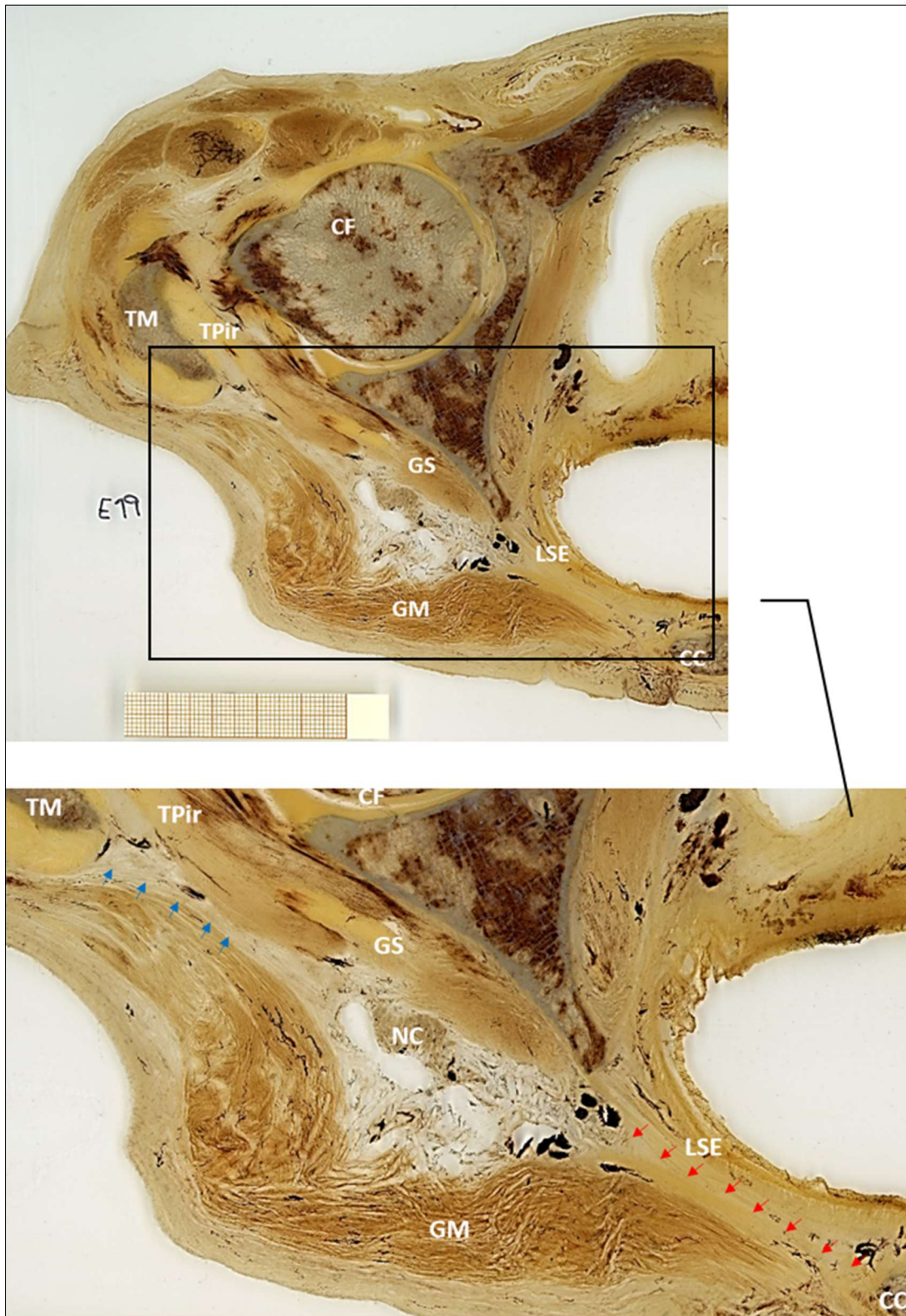


Figura 46: Tall axial 2: interval entre el múscul piriforme i el gèmin superior. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial. CF cap femoral. TPir tendó del múscul piriforme. GS múscul gèmin superior. TM trocànter major. GM múscul gluti major. LSE lligament sacroespinalós. CC còccix. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

Tall axial 3 (interval entre el múscul GS i el múscul de l'OI):

Anteriorment s'observa la transició entre el múscul GS i el múscul OI. A nivell posterior el limita el múscul gluti major. El teixit connectiu mostra un gruix posterior de 15mm, mentre que l'anterior torna a ser mínim (1mm). Morfologia triangular amb el NC com element central. La digitació lateral de teixit connectiu presenta adhesió només posterior al trocànter major. A nivell medial, la digitació que en el tall anterior mostrava una direccionalitat i tensió molt ben definida cap al còccix i el lligament sacroespínós es perd, sense mostrar una clara zona de fixació. Podent determinar que a la transició del múscul GS amb l'OI la fixació del nervi es predominantment lateral (*Figura 47*).

Tall axial 4 (múscul OI):

L'element principal anterior que ens determina aquest nivell de tall axial es el múscul obturador intern. Límit posterior el múscul gluti major. El teixit connectiu periciàtic perd dimensió, presenta un gruix màxim posterior de 13mm i anterior inferior a 1mm. L'adhesió de la digitació lateral es manté a la cara postero-lateral del trocànter major paral·lela al tendó de l'obturador intern. A nivell medial, el teixit connectiu es torna a reorganitzar, va deixant la inserció a còccix i al lligament sacroespínós, i va distribuïnt les fibres de manera paral·lela a la vora medial del múscul obturador. Per tant podem definir un punt d'ancoratge estàtic lateral i un altre de dinàmic medial (*Figura 48*).

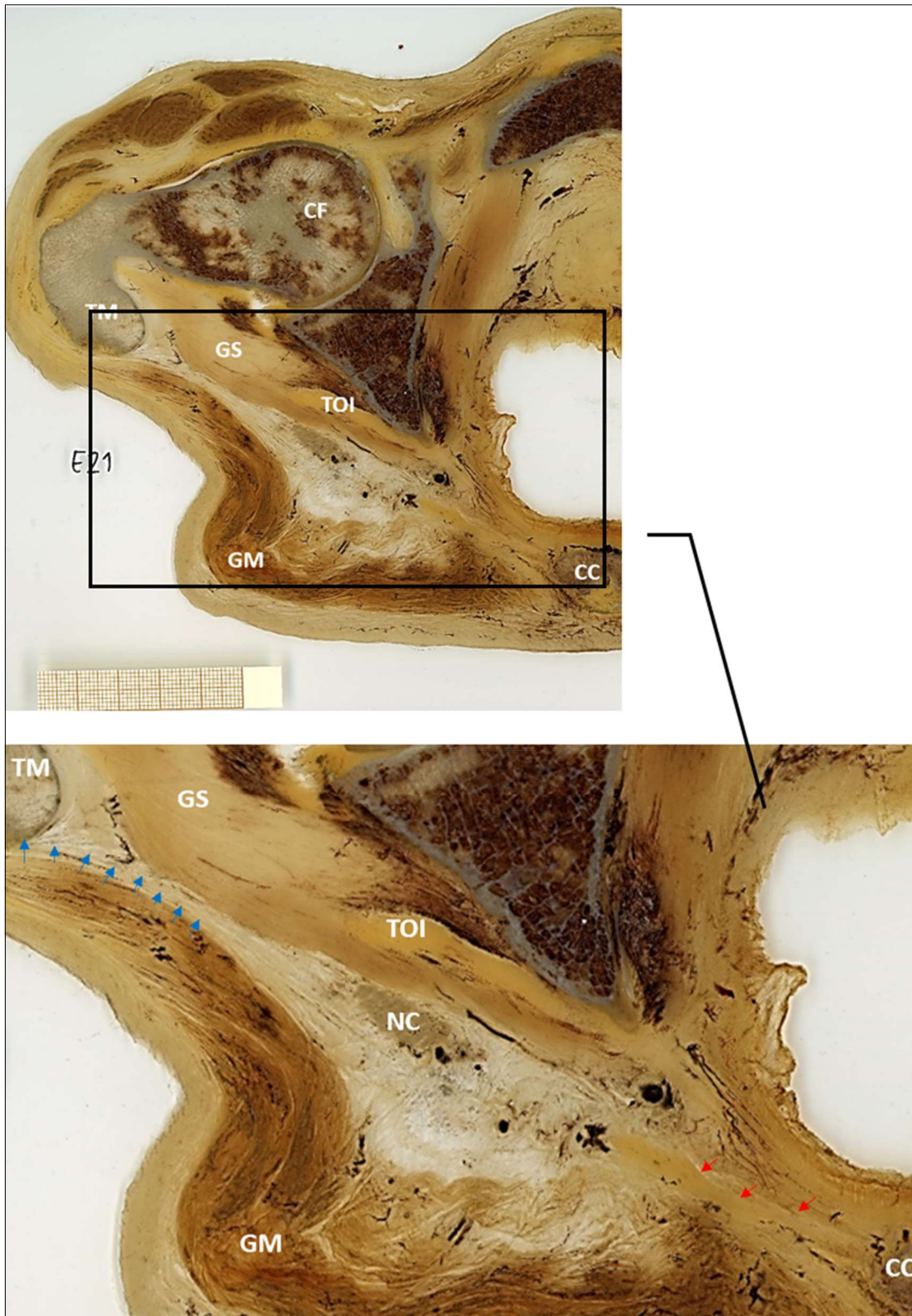


Figura 47: Tall axial 3: interval entre el múscul gèmin superior i l'obturador intern. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial. CF cap femoral. GS múscul gèmin superior. TOI tendó de l'obturador intern. TM trocànter major. GM múscul gluti major. CC còccix. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

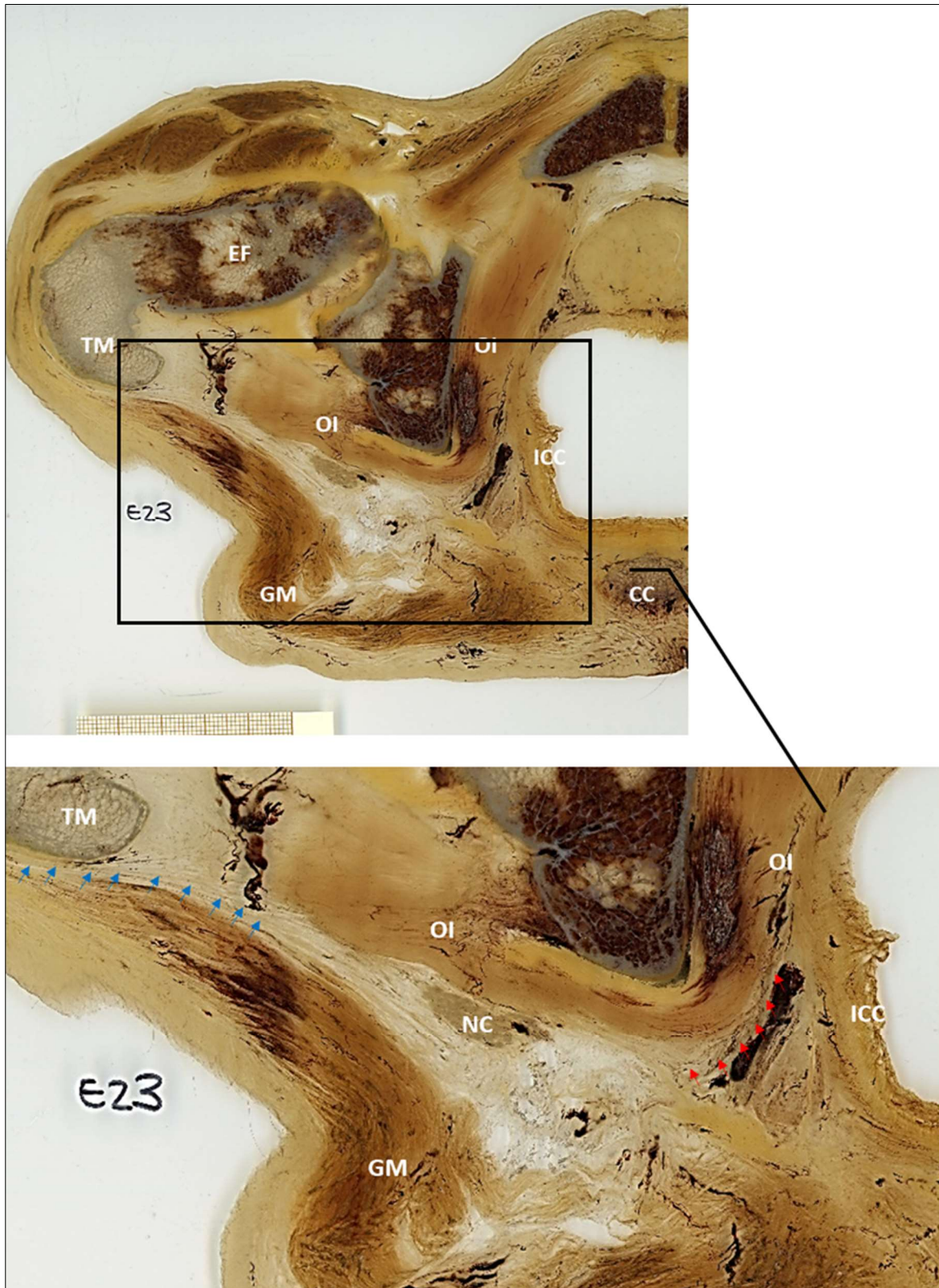


Figura 48: Tall axial 4: múscul obturador intern. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial. EF epífsi femoral. OI múscul de l'obturator intern. ICC múscul ili-coccigi. TM trocànter major. GM múscul gluti major. CC còccix. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

Tall axial 5 (interval entre el múscul OI i el múscul GI):

Transició entre el múscul OI i el múscul GI. Al límit anterior trobem part del ventre muscular de l'OI i del GI i posteriorment es manté el gluti major. Pel que fa a l'adhesió lateral segueix a nivell del trocànter major tot i que de manera menys ferma i en paral·lel al ventre del múscul GI. L'espai de teixit connectiu es manté estable respecte el tall axial 4, amb gruix posterior màxim de 15mm i anterior de menys de 1 mm. La digitació medial ja està ben definida. Segueix de manera paral·lela a la vora medial del múscul de l'OI i lateral del múscul ili-coccigi (part de l'elevador de l'anus), situant-se en l'espai intermuscular d'ambdues estructures musculars (*Figura 49*).

Tall axial 6 (vora superior del múscul QF):

Tall axial a nivell del foramen obturador amb presència dels músculs OI i obturador extern i de la vora superior del múscul QF. El NC es troba a nivell central, limitat anteriorment pel ventre muscular del QF i posteriorment pel múscul gluti major. L'àrea de teixit connectiu es veu molt reduïda respecte als talls més proximals. Distància màxima posterior del NC al múscul gluti major és de 15mm; la cara anterior del NC i la vora posterior del múscul QF es troben en íntim contacte sense poder-ne discernir teixit connectiu d'interposició. Lateralment s'adhereix a la vora postero-lateral de la metàfisis femoral. A nivell medial les fibres d'adhesió presenten un canvi de direcció; abandonen la connexió amb el múscul obturador i es reorganitzen de nou per anar a buscar la tuberositat isquiàtica, situant-se per davant al tendó conjunt dels isquiotibials (*Figura 50*).

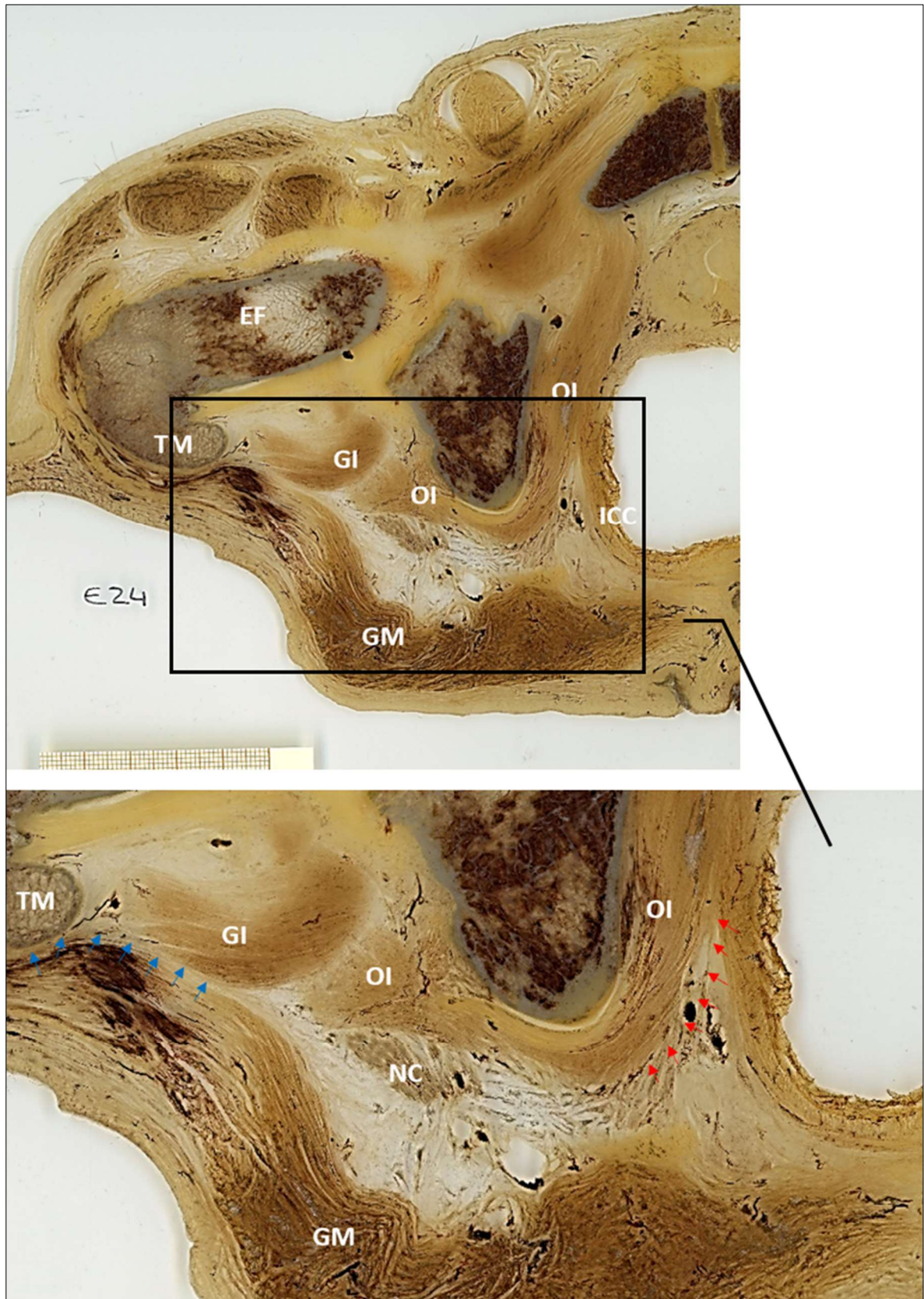


Figura 49: Tall axial 5: interval entre el múscul obturador intern i el múscul gèmin inferior. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial. EF epífisi femoral. GI gèmin inferior. OI múscul de l'obturador intern. ICC múscul ili-coccigi. TM trocànter major. GM múscul gluti major. CC còccix. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

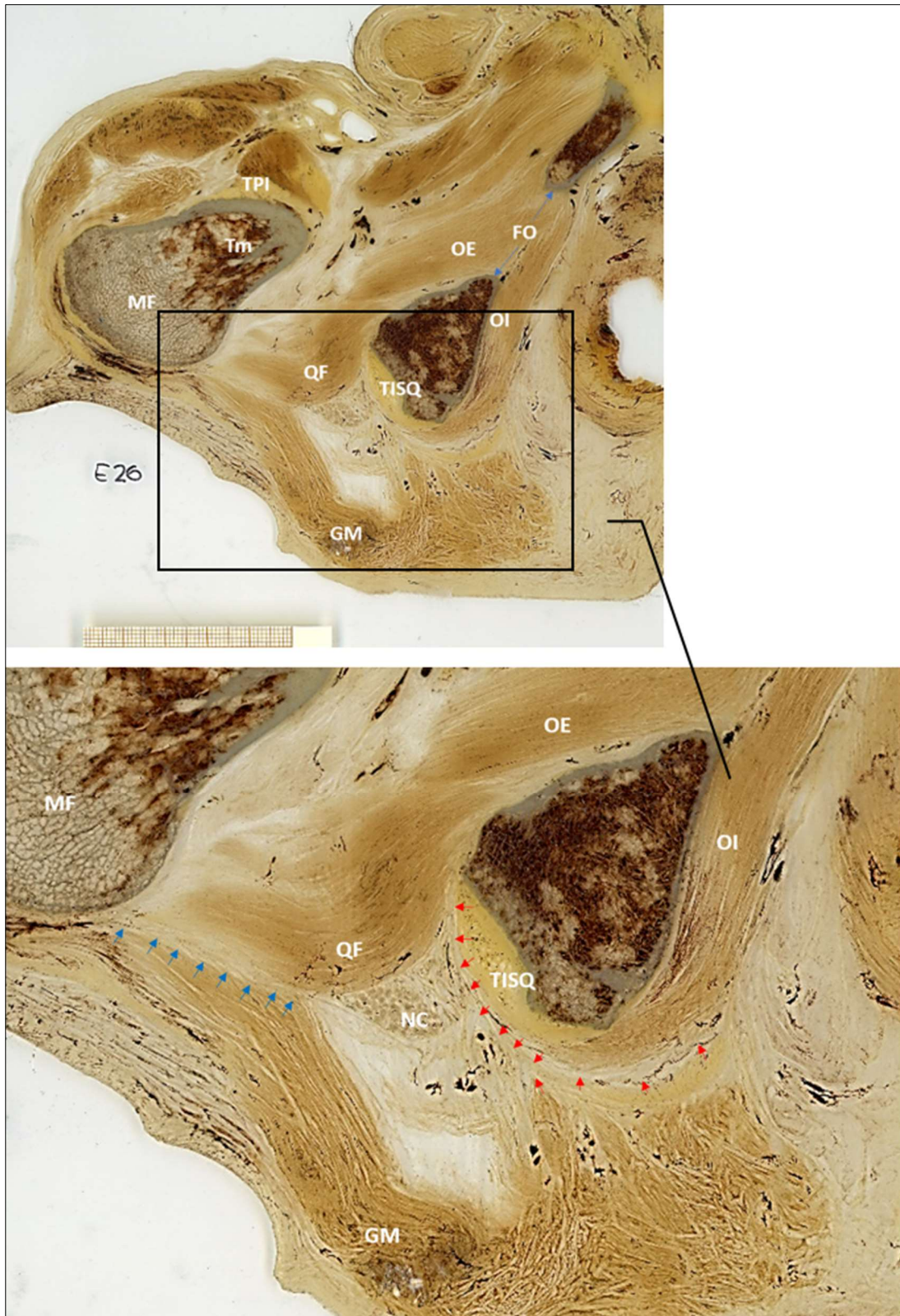


Figura 50: Tall axial 6: vora superior del múscul quadrat femoral. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial reorganitzant-se. MF metàfisi femoral. TPI tendó del psoes ilíac. FO foramen obturador. OE múscul obturador extern. OI múscul obturador intern. QF múscul quadrat femoral. Tm trocànter menor. GM múscul gluti major. TISQ tendó conjunt dels músculs isquiotibials. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

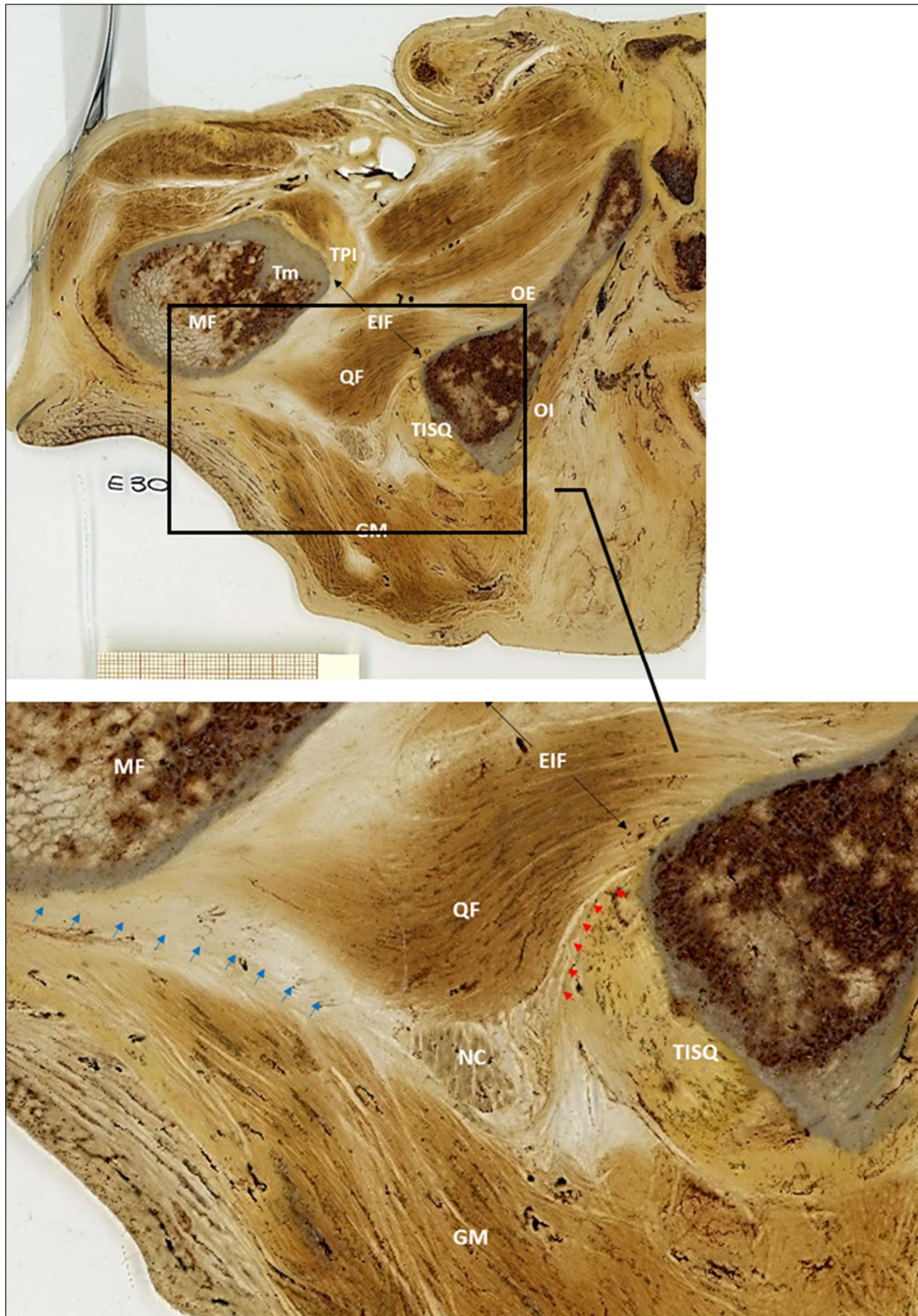


Figura 51: Tall axial 7: múscul quadrat femoral i espai isquiofemoral. Fletxes blaves digitació lateral. Fletxes vermelles digitació medial. MF metàfisi femoral. TPI tendó del psoes ilíac. EIF espai isquiofemoral. OE múscul obturador extern. OI múscul obturador intern. QF múscul quadrat femoral. Tm trocànter menor. GM múscul gluti major. TISQ tendó conjunt dels músculs isquiotibials. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

Tall axial 7 (múscul QF i espai isquiofemoral):

Tall axial més distal. A nivell de l'espai isquiofemoral entre el trocànter menor i la tuberositat isquiàtica. Anteriorment, el teixit connectiu periciàtic es relaciona amb la cara posterior del múscul QF i posteriorment amb el múscul gluti major. El teixit connectiu periciàtic que trobem en aquest nivell es el de menor àrea de tots els nivells analitzats de l'EGP. La distància màxima posterior es de 8mm i a nivell anterior presenta un íntim contacte amb el múscul QF. Presenta una adhesió ferma a estructures òssies. Lateralment el teixit connectiu s'adhereix amb la part postero-medial de la metàfisis femoral i a nivell medial, presenta una inserció ferma a la cara antero-lateral de la tuberositat isquiàtica *Figura 50*).

Com a resum de la disposició del teixit connectiu periciàtic a l'EGP s'ha observat que:

Des de la sortida del NC per la vora inferior del múscul piriforme i fins a l'espai isquiofemoral, el nervi s'engloba dins un teixit connectiu que varia en volum i estructura. A la part central, en predomina el teixit de gras, mentre que a nivell perifèric el teixit és més fibrós i més dens. Aquest teixit connectiu perifèric delimita el continent de l'EGP conferint-li un manegot de protecció tissular al NC. Les expansions de teixit connectiu en forma de digitacions tant medials com laterals s'adhereixen a diferents estructures anatòmiques com a elements que donen estabilitat al NC.

4.2.2 Anàlisi quantitativa del teixit connectiu periciàtic a l'EGP

La disposició del teixit connectiu periciàtic es presenta en dues distribucions, triangular o oval. Hem analitzat l'àrea que ocupa el teixit connectiu periciàtic dins l'EGP.

Pel que fa a l'àrea aquesta varia segons el nivell de les seccions. El resultat de l'estudi d'aquesta àrea de teixit connectiu periciàtic es presenten a les *taules 19-22 i a les figures de la 52 a la 56*. A nivell més proximal a l'entrada de l'EGP el teixit periciàtic presenta una mitjana de les àrees a les pelvis estudiades de 322mm². A mesura que seguim distalment les àrees van presentant major variabilitat. En

l'interval entre el múscul piriforme i fins a l'altura del múscul OI, l'àrea de teixit connectiu pateix un augment de volum progressiu fins a la transició entre el múscul GI i QF que inicia un descens de la seva superfície, fins a ser mínim a l'espai isquiofemoral presentant una àrea mitjana de 215mm² (Taula 23 i figura 57).

Taula 19: Relació de les àrees de teixit connectiu periciàtic en la hemipelvis 1 dels talls axials analitzats.

HP1	Àrea de TC periciàtic (mm ²)
Tall axial 1	253,5
Tall axial 2	441
Tall axial 3	583
Tall axial 4	625
Tall axial 5	629
Tall axial 6	340
Tall axial 7	120

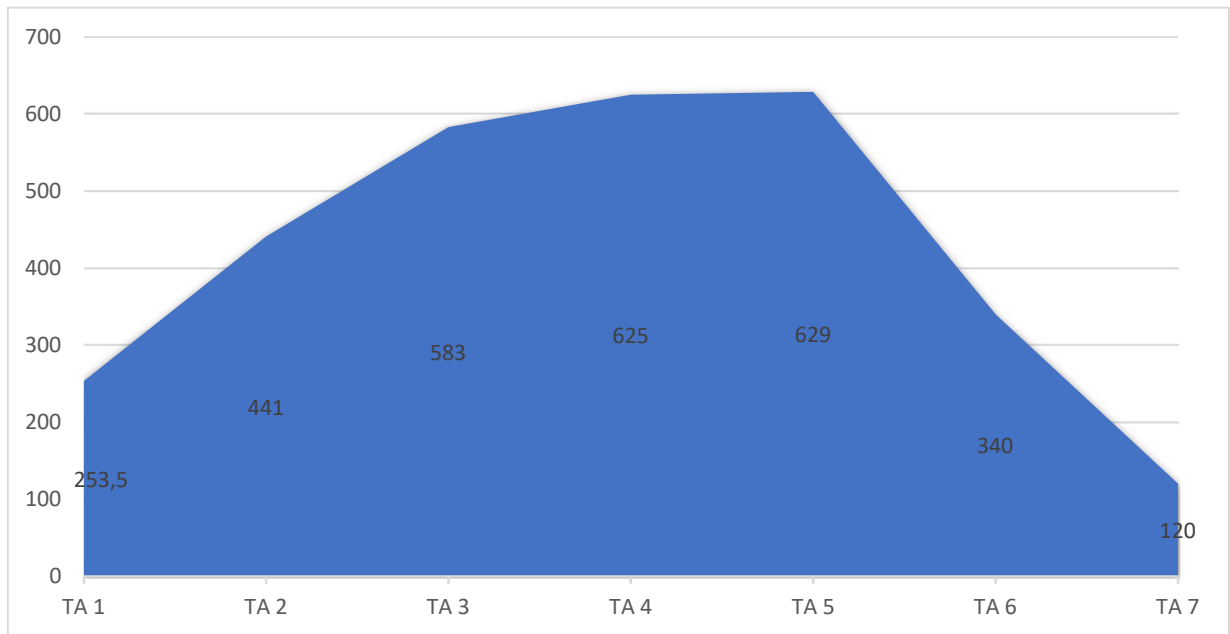


Figura 52: Relació de les àrees del teixit connectiu periciàtic dins EGP en l'hemipelvis 1 (mm²). Autor: font pròpia.

Taula 20: Relació de les àrees de teixit connectiu periciàtic en la hemipelvis 2 dels talls axials analitzats.

HP 2	Àrea de TC periciàtic (mm ²)
Tall axial 1	560
Tall axial 2	780
Tall axial 3	720
Tall axial 4	580
Tall axial 5	302,5
Tall axial 6	246
Tall axial 7	210

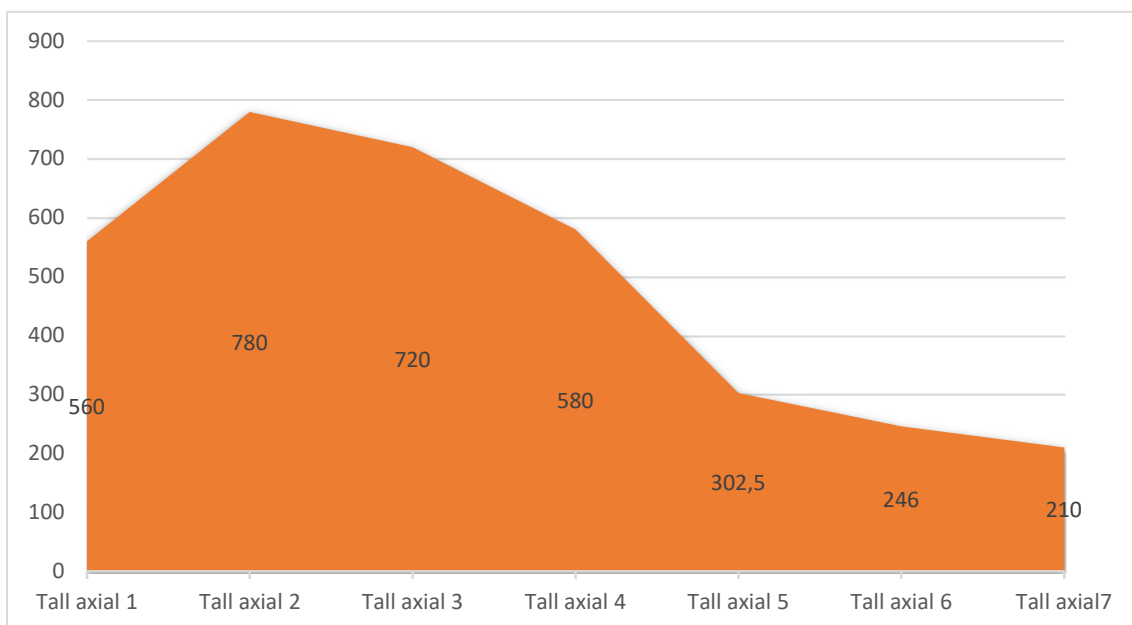


Figura 53: Relació de les àrees del teixit connectiu periciàtic dins EGP en l'hemipelvis 2 (mm²). Autor: font pròpia.

Taula 21: Relació de les àrees de teixit connectiu periciàtic en la hemipelvis 3 dels talls axials analitzats.

HP 3	Àrea de TC periciàtic (mm ²)
Tall axial 1	238
Tall axial 2	380
Tall axial 3	350
Tall axial 4	310
Tall axial 5	280
Tall axial 6	410
Tall axial 7	270

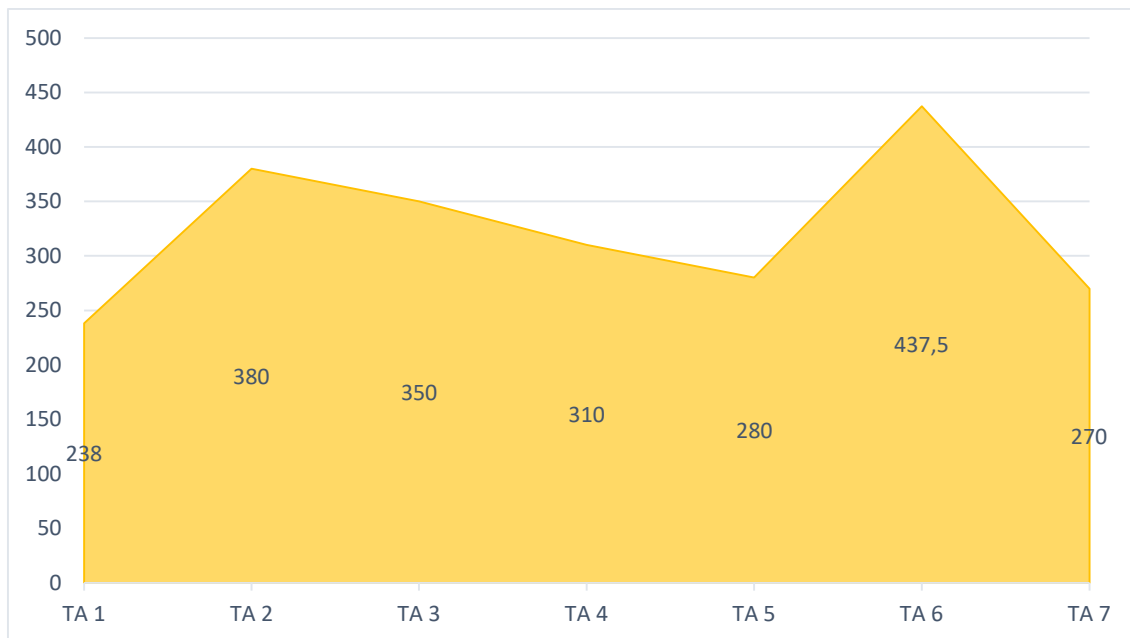


Figura 54: Relació de les àrees del teixit connectiu periciàtic dins EGP en l'hemipelvis 3 (mm²). Autor: font pròpia.

Taula 22: Relació de les àrees de teixit connectiu periciàtic en la hemipelvis 4 dels talls axials analitzats

HP 4	Àrea de TC periciàtic (mm ²)
Tall axial 1	240
Tall axial 2	350
Tall axial 3	375
Tall axial 4	300
Tall axial 5	375
Tall axial 6	485
Tall axial 7	262

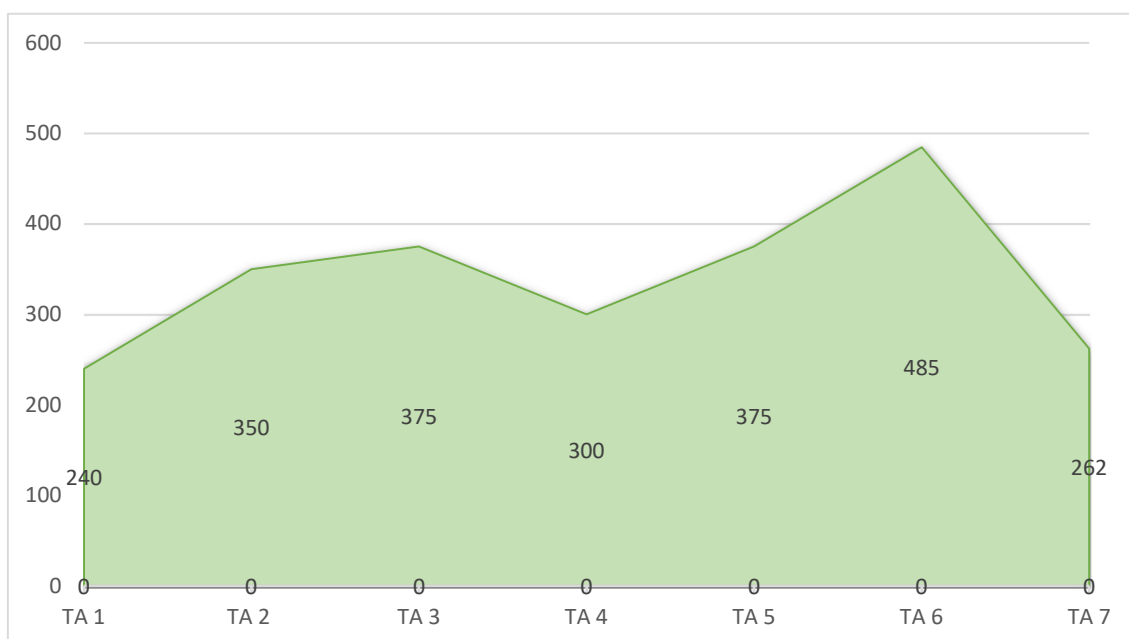


Figura 55: Relació de les àrees del teixit connectiu periciàtic dins EGP en l'hemipelvis 4 (mm²). Autor: font pròpia.

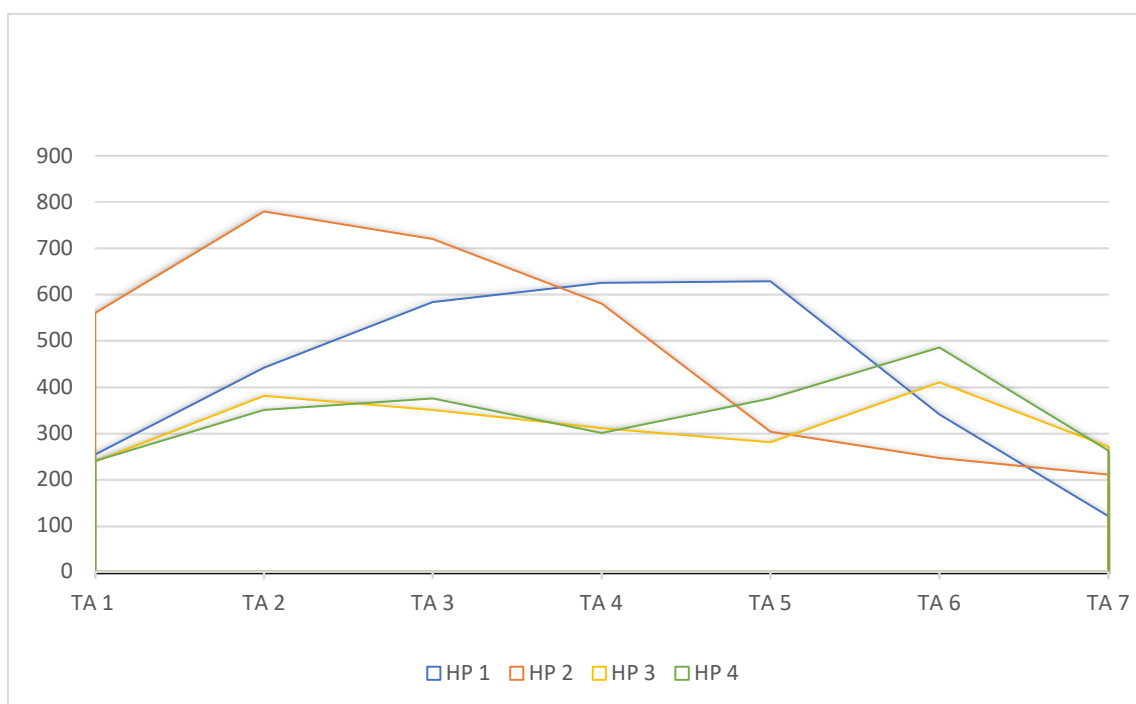


Figura 56: Gràfic comparatiu de les relacions de les àrees de teixit connectiu periciàtic dins EGP de cada una de les 4 hemipelvis analitzades (mm²). Autor: font pròpia.

Taula 23: Mitjana i desviació estàndard de les àrees de teixit connectiu periciàtic en funció del tall axial analitzat en el total d'hemipelvis estudiades.

	Àrea mitjana i DE de TC periciàtic
Tall axial 1	322 +/- 158
Tall axial 2	488 +/- 198
Tall axial 3	507 +/- 176
Tall axial 4	454 +/- 172
Tall axial 5	397 +/- 160
Tall axial 6	370 +/- 101
Tall axial 7	215 +/- 69

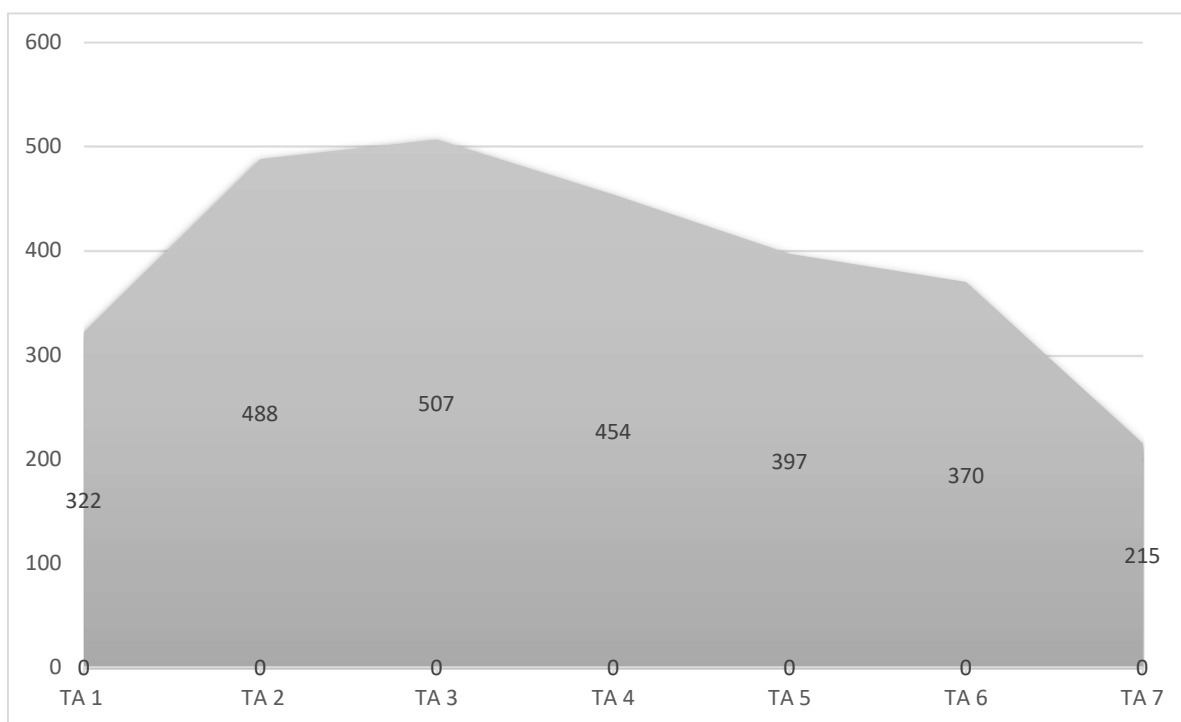


Figura 57: Àrea mitjana de teixit connectiu pericàtic present dins l'EGP N=4 (mm²). Autor: font pròpia.

Analitzats els resultats, des del punt de vista anatòmic es poden definir uns patrons d'ancoratge del teixit connectiu a través d'unes digitacions laterals i medials. Veiem una disposició homogènia a les 4 hemipelvis. Es defineixen unes zones adherides a estructures no elàstiques com pot ser a estructures òssies o lligamentoses, i altres a teixits elàstics com son els músculs i les seves fàscies. Cada tall presenta dues digitacions de teixit connectiu de característiques fibroses, de longitud variable, que es distribueixen de forma lateral i medial en tot el recorregut dins l'EGP.

A nivell lateral l'adhesió és contínua, adherint-se de manera estable al fèmur. Inicialment presenta una unió feble sobre el tendó conjunt del múscul gluti mig, anant a buscar l'extrem del trocànter en els talls successius. Es continua distalment, disposant-se de manera paral·lela amb els tendons del múscul piriforme i de la

musculatura del complex GS-OI-GI. Continua distalment adherint-se a la cara posteromedial de la metàfisi femoral fins la part superior del trocànter menor.

La digitació medial es la que pateix mes canvis en sentit crànio-caudal. A nivell proximal a l'altura del múscul piriforme i fins a nivell del múscul GS, el teixit connectiu es va organitzant fins a aconseguir una direccionalitat i un gruix considerable adherint-se de manera ferma al lligament sacroespinal i al còccix. A l'interval entre el múscul GS i l'OI, s'observa una pèrdua de la continuïtat i de la adhesió medial sense identificar una clara zona de fixació. A nivell del múscul OI, de nou es veu com les fibres de teixit connectiu medial es tornen a organitzar distribuïnt-se en paral·lel i al ventre muscular de l'obturador intern, situant-se entre la cara medial del ventre muscular d'aquest múscul i el ventre lateral del múscul iliococci, inserció en el pla intermuscular. Aquest ancoratge de manera progressiva es va reorganitzant de nou, perdent el contacte amb múscul OI, un cop passat el foramen obturador, per anar a buscar la tuberositat isquiàtica. A l'altura de la tuberositat isquiàtica la digitació medial, es troba en la seva mínima longitud i s'adhereix de manera ferma i organitzada a la vora lateral de la tuberositat isquiàtica, per davant del tendó conjunt dels isquiotibials (*Taula 24*).

A la part lateral les digitacions presenten una inserció homogènia a nivell del fèmur, inicialment al trocànter major fins anar progressant cap a la fossa trocantèrica i continuant-se distalment fins a la cara postero-medial epifiso-metafisària femoral. En les gràfiques que es mostren a continuació es pot observar com aquesta inserció és bastant estable en tot l'EGP, tant pel que fa a les distàncies com en el tipus d'adhesió (*Figura 58*).

A nivell medial és on trobem més variabilitat. Les expansions tenen unes longituds que varien depenent del tall analitzat. A la part més proximal de l'EGP, la digitació progressivament va incrementant-se en longitud. A nivell del múscul OI i GS presenta una zona de transició, essent on la distància de la digitació és menor, ja que és el pas de la zona d'ancoratge del múscul obturador a la tuberositat isquiàtica. A la zona més distal torna a recuperar tímidament la longitud inicial. Pel que fa a la qualitat de la fixació també és variable; proximalment presenta una adhesió bastant ferma a estructures capsulo-lligamentoses i còccix, a nivell mig (zona músculs OI,

GS i GI) una adhesió totalment elàstica amb unió músculo-fascial; i a nivell distal torna a insertar-se en base òssia, la tuberositat isquiàtica, situant-se anterior al tendó conjunt dels isquiotibials (*Figura 59*).

En resum podem dir que a nivell lateral trobem una adhesió més estable i de característiques més homogènies. Mentre que a nivell medial, la qualitat de la fixació és inconstant i de longituds molt variables (*Taula 25 i figures 60 i 61*).

Taula 24: Distàncies de les digitacions d'adhesió del teixit connectiu laterals i medials.

HP1	Dist. DL (mm)	Dist. DM (mm)	HP3	Dist. DL (mm)	Dist. DM (mm)
Tall axial 1	19	11	Tall axial 1	28	15
Tall axial 2	40	38	Tall axial 2	34	32
Tall axial 3	28	39	Tall axial 3	32	30
Tall axial 4	29	14	Tall axial 4	28	12
Tall axial 5	19	24	Tall axial 5	21	26
Tall axial 6	28	6	Tall axial 6	30	10
Tall axial 7	33	16	Tall axial 7	35	12
HP2	Dist. DL (mm)	Dist. DM (mm)	HP4	Dist. DL (mm)	Dist. DM (mm)
Tall axial 1	22	25	Tall axial 1	25	18
Tall axial 2	31	33	Tall axial 2	35	30
Tall axial 3	24	32	Tall axial 3	32	19
Tall axial 4	33	29	Tall axial 4	21	16
Tall axial 5	26	31	Tall axial 5	28	35
Tall axial 6	24	12	Tall axial 6	26	15
Tall axial 7	24	19	Tall axial 7	25	12

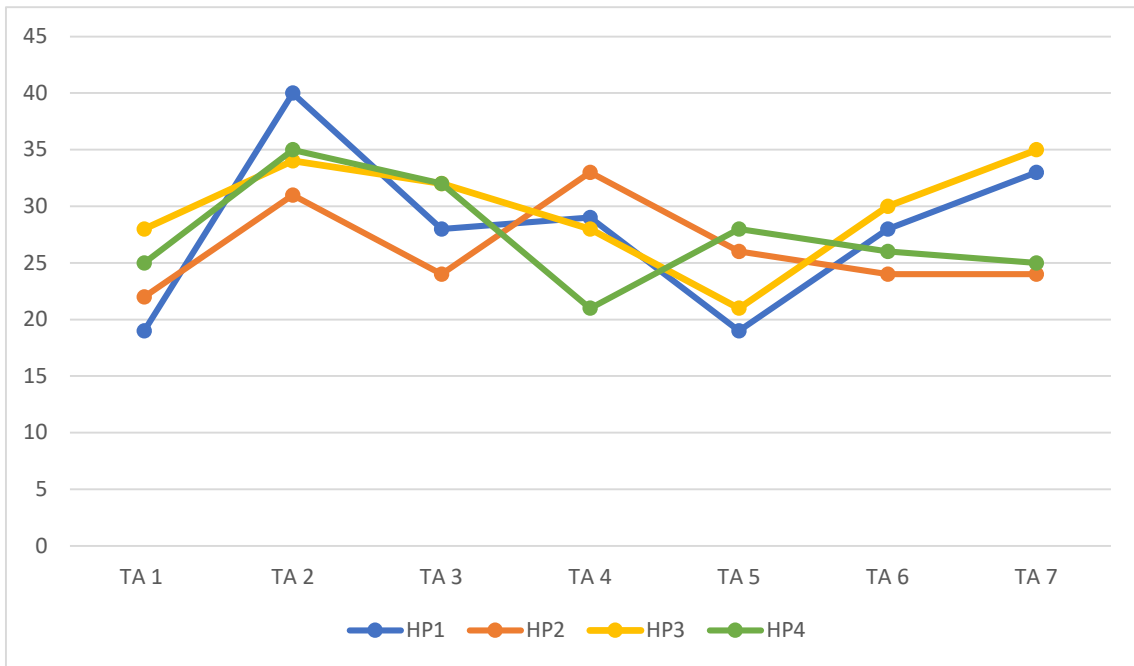


Figura 58: Representació gràfica de les longituds de les digitacions laterals de cada tall axial. Autor: font pròpia

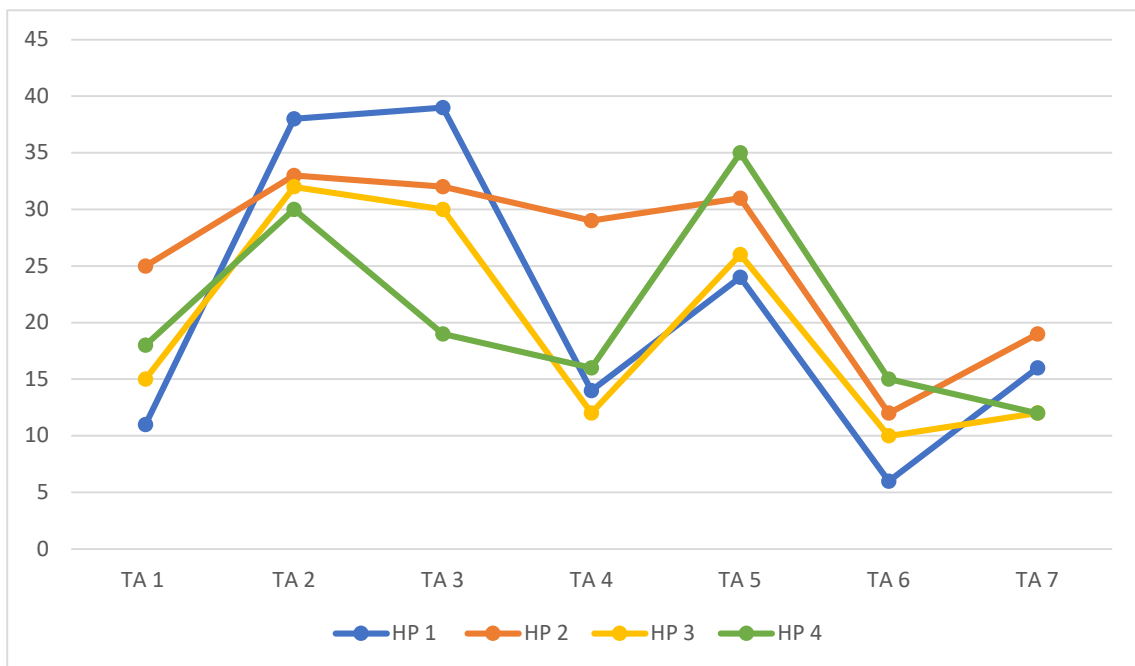


Figura 59: Representació gràfica de les longituds de les digitacions medials de cada tall axial. Autor: font pròpia

El NC és l'element central de l'EGP. La disposició excèntrica anterior condiciona un contacte íntim amb el marge posterior de la musculatura pelvitrocantèrea. Des de la seva sortida a nivell de la vora inferior del piriforme fins a la vora inferior del múscul GI es pot observar teixit connectiu d'interposició entre el NC i la musculatura pelvitrocantèrea. A nivell del múscul QF, amb la tècnica de plastinació, no som capaços de poder afirmar l'existència de teixit connectiu interposat entre el múscul i el nervi, pel qual ens plantegem un estudi histològic de la regió distal.

Taula 25: Distància mitjana i desviació estàndard de les digitacions d'adhesió de teixit connectiu periciàtic laterals i medials.

MITJANA i DE	Dist. DL (mm)	Dist. DM (mm)
Tall axial 1	23,5 +/- 3,8	14,8 +/- 5
Tall axial 2	35 +/- 3,7	33,3 +/- 8,5
Tall axial 3	29 +/- 3,8	30 +/- 8,2
Tall axial 4	27,7 +/- 4,9	17,8 +/- 7,6
Tall axial 5	23,5 +/- 4,2	29 +/- 4,9
Tall axial 6	27 +/- 2,5	10,8 +/- 3,8
Tall axial 7	29,3 +/- 5,5	14,7 +/- 3,4

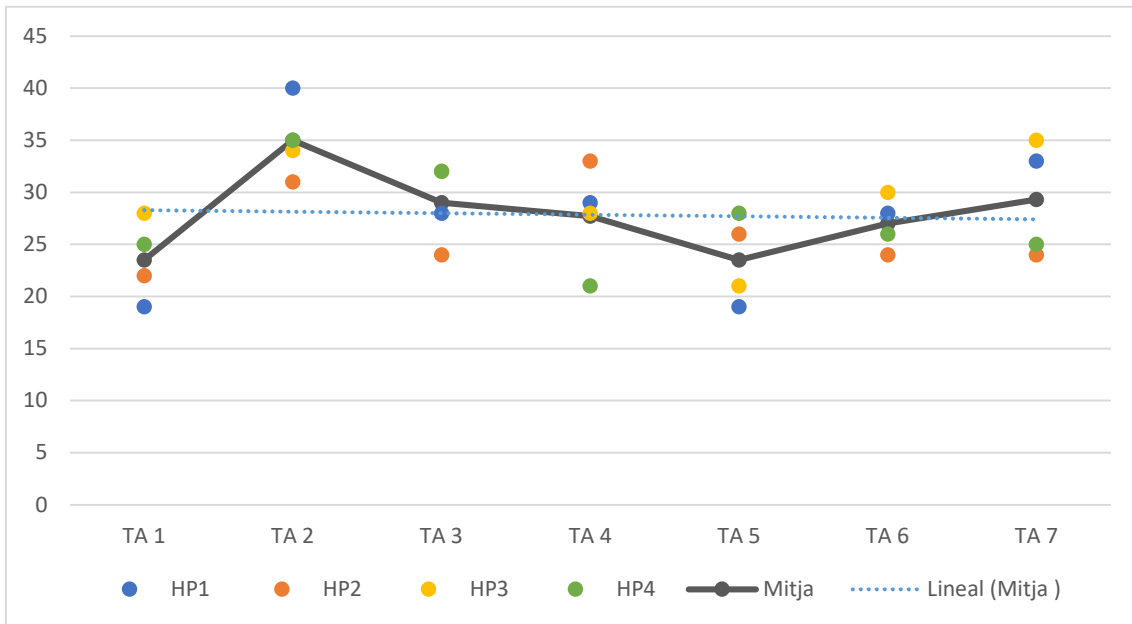


Figura 60: Representació gràfica de les longituds mitjanes de les digitacions laterals de cada tall axial.
 Autor: font pròpia

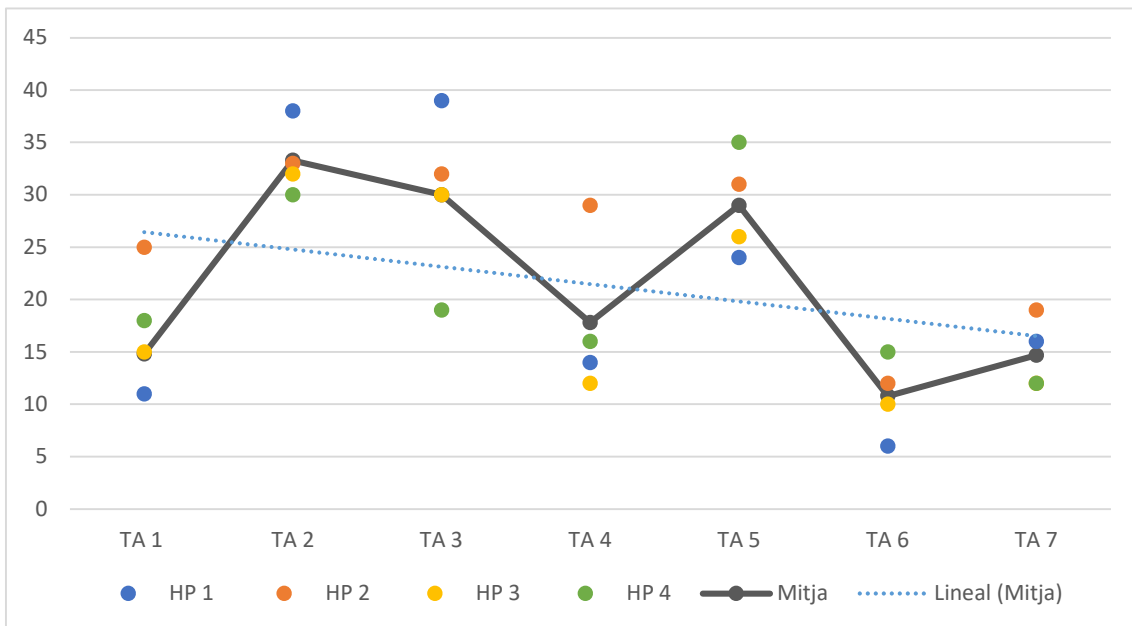


Figura 61: Representació gràfica de les longituds mitjanes de les digitacions medials de cada tall axial.
 Autor: font pròpia

4.3 Estudi histològic amb tricròmic de Masson

A la majoria dels talls analitzats en la segona part de l'estudi (tècnica plastinació P40), s'observa que el pas del NC per l'EGP està protegit els 360° per teixit connectiu dens de disposició perimetral. Per dins d'aquesta capa de teixit dens trobem una quantitat variable de teixit connectiu més heterogeni, vasos i el propi NC.

La distribució excèntrica anterior del nervi dins l'EGP fa que per la seva part anterior només s'interposi entre el epimisi i l'epineuri una molt fina capa de teixit connectiu, fet observat en tots els talls axials analitzats excepte a nivell més distal, a la zona del múscul quadrat femoral.

A l'analitzar histològicament els talls més proximals es va observar la presència de teixit connectiu d'interposició tant a nivell anterior com posterior del nervi, conferint-li protecció de les estructures musculars annexes. Es va confirmar allò que ja vàrem poder observar en les preparacions en tall axial amb tècnica de plastinació (*Figura 62 i 63*). El dubte era esclarir la presència o no de teixit connectiu a nivell més distal, a la regió del múscul QF. En els talls histològics analitzats, es va poder observar entre el límit muscular (epimisi) i el límit del NC (epineuri) la presència, també, d'una mínima però present capa de teixit connectiu entre aquestes dues estructures. (*Figures 63, 64, 65 i 66*). L'anàlisi microscòpic mostra que existeix teixit connectiu periciàtic, de característiques homogènies i en continuïtat a tot l'EGP.

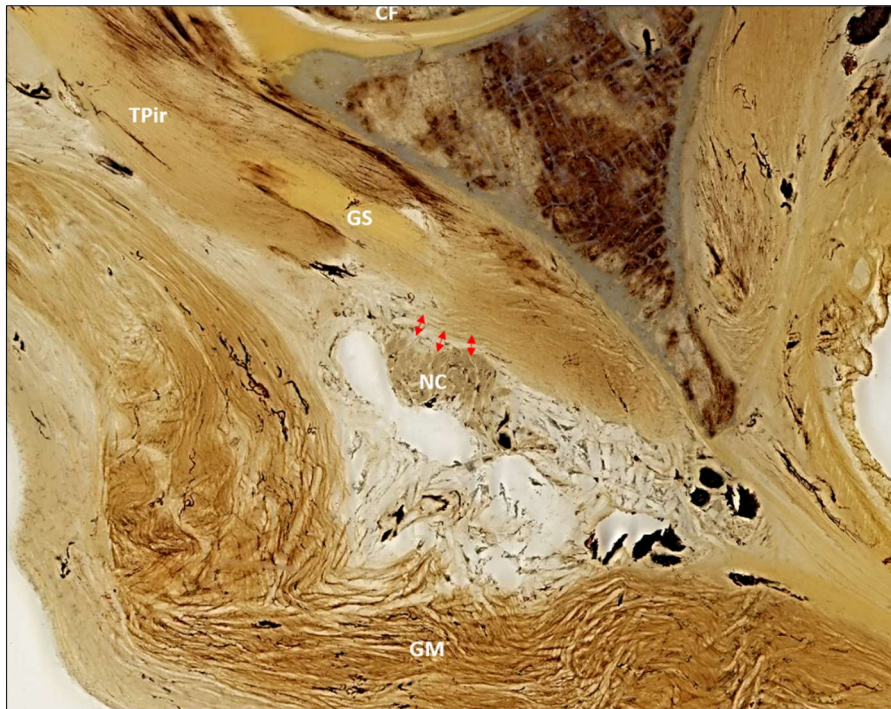


Figura 62: Tall axial 2, interval entre el múscul piriforme i el gèmin superior, P40: Teixit connectiu d'interposició present (fletxes vermelles). CF cap femoral. TPir tendó del múscul piriforme. GS múscul gèmin superior. GM múscul gluti major. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

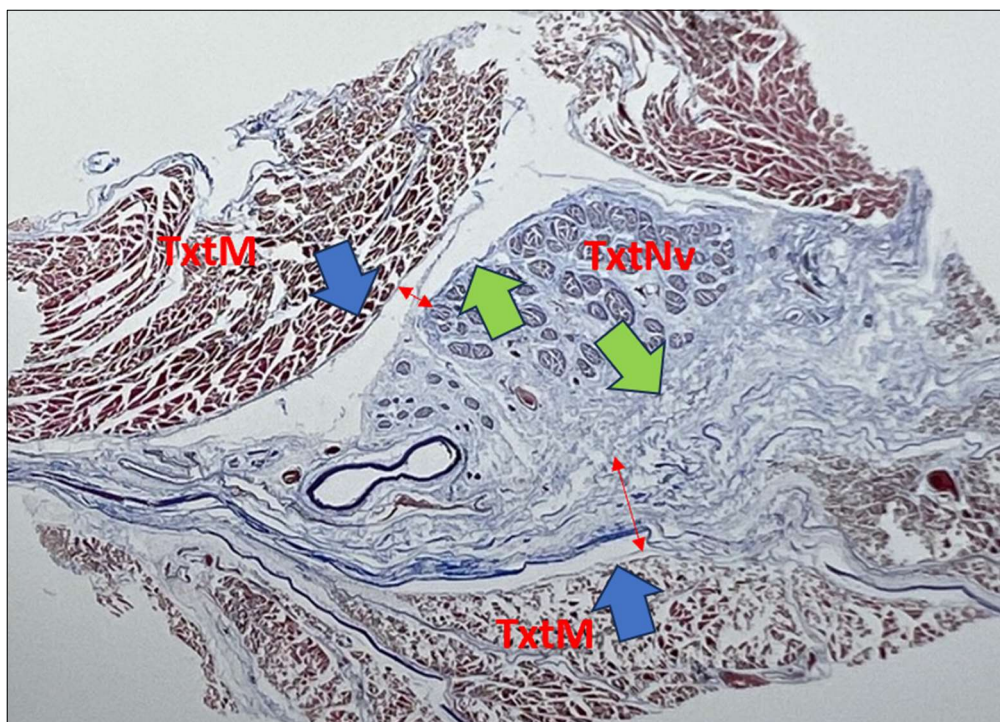


Figura 63: Tall histològic tricròmic de Masson: TxtM teixit muscular. TxtNv teixit nerviós. Fletxa BLAVA epimisi. Fletxa VERDA epineuri. Fletxa doble VERMELLA teixit connectiu d'interposició anterior i posterior. Autor: font pròpia.

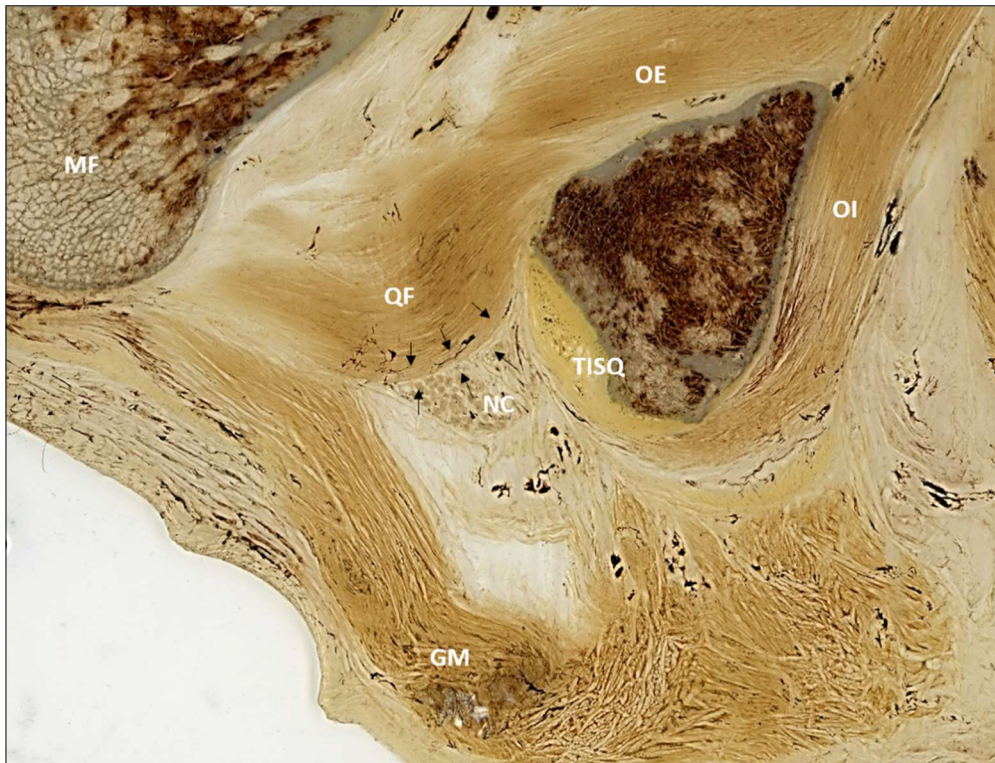


Figura 64: Tall axial 6, vora superior del múscul quadrat femoral, P40: NO es discerneix teixit connectiu d'interposició (fletxes negres). MF metàfisi femoral. OI múscul obturador intern. OE múscul obturador extern. QF múscul quadrat femoral. TISQ tendó conjunt dels músculs isquiotibials. GM múscul gluti major. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

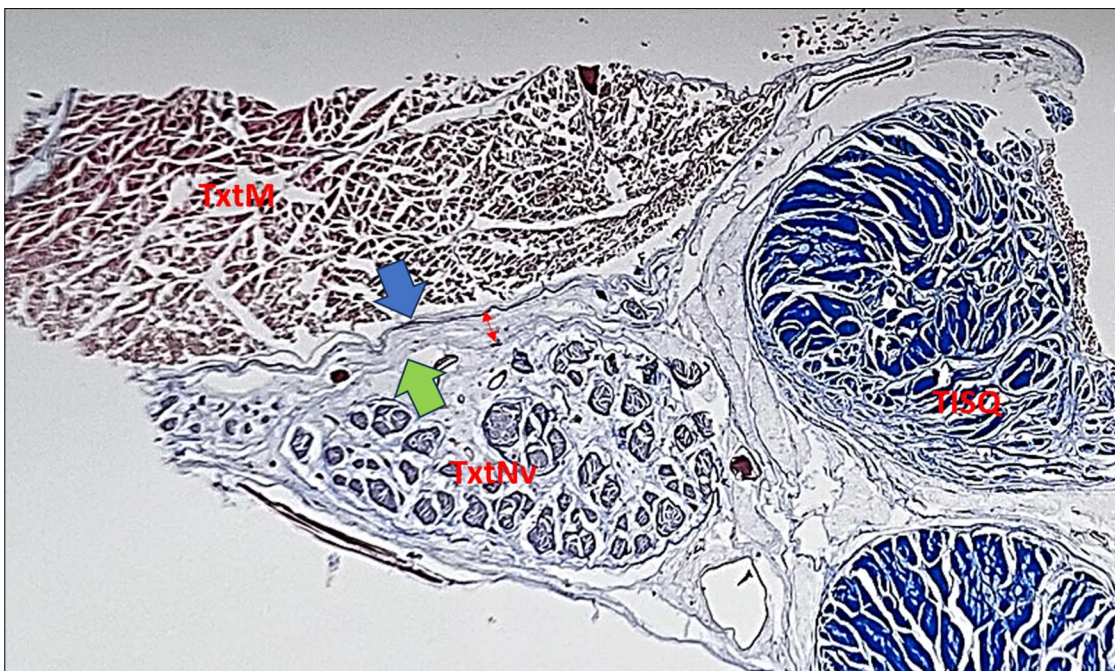


Figura 65: Tall histològic tricròmic de Masson: TxtM teixit muscular. TxtNv teixit nerviós. TISQ tendó de la musculatura isquiotibial. Fletxa BLAVA epimisi. Fletxa VERDA epineuri. Fletxa doble VERMELLA teixit connectiu d'interposició. Autor: font pròpia.

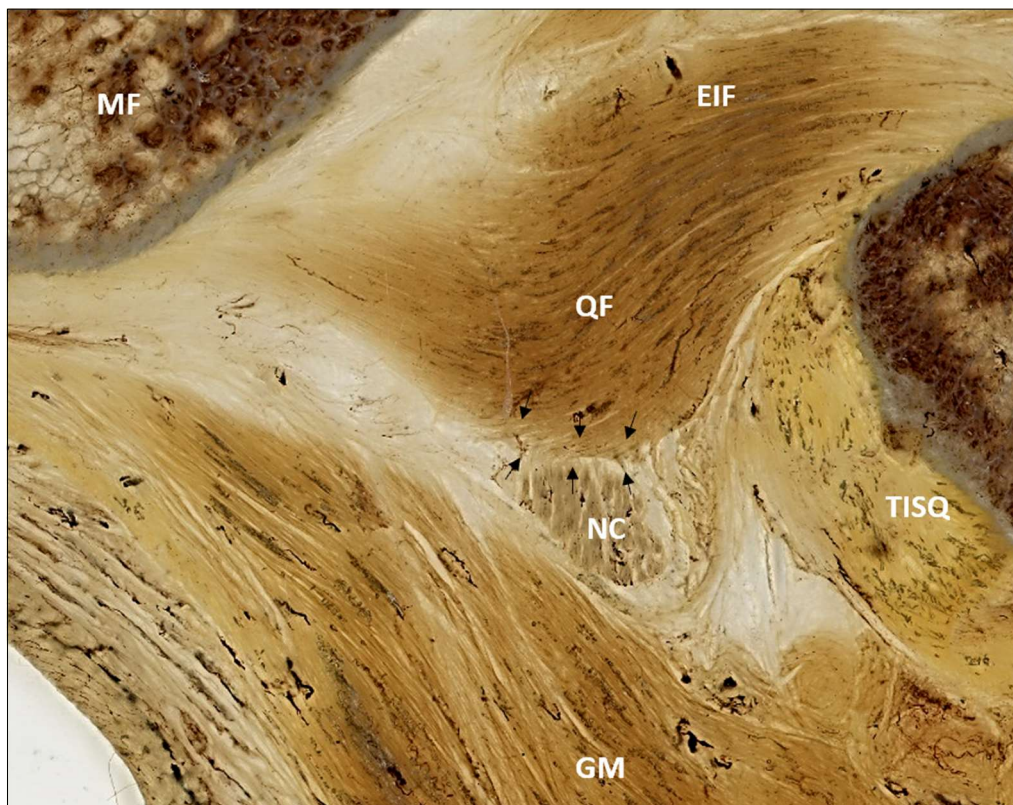


Figura 66: Tall axial 7 múscul quadrat femoral i espai isquiofemoral, P40: NO es discerneix teixit connectiu d'interposició (fletxes negres). MF metàfisi femoral. EIF espai isquiofemoral. QF múscul quadrat femoral. TISQ tendó conjunt dels músculs isquiotibials. GM múscul gluti major. NC nervi ciàtic. Autor: font pròpia.

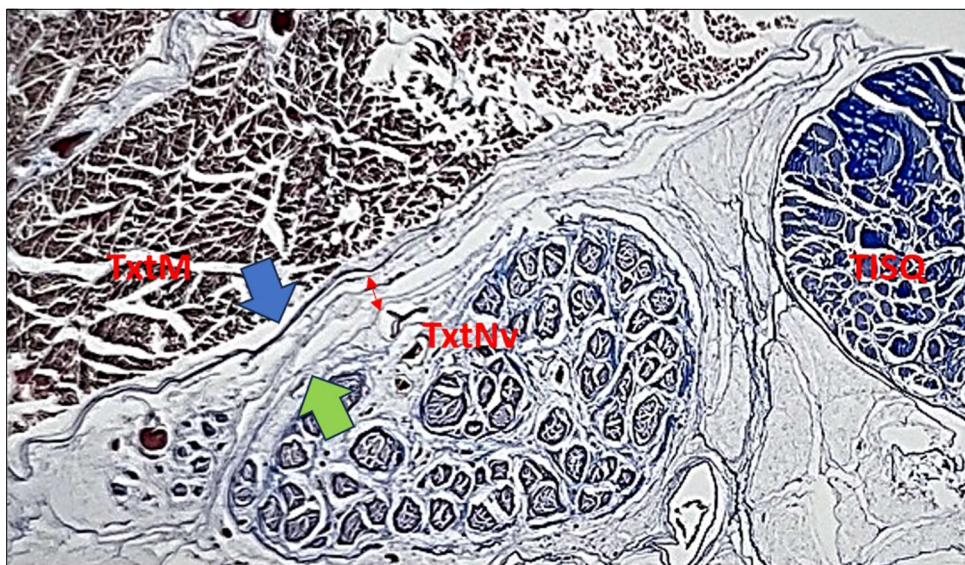


Figura 67: Tall histològic tricròmic de Masson: TxtM teixit muscular. TxtNv teixit nerviós. TISQ tendó de la musculatura isquiotibial. Fletxa BLAVA epimisi. Fletxa VERDA epineuri. Fletxa doble VERMELLA teixit connectiu d'interposició. Autor: font pròpia.

5. DISCUSSIÓ

5. DISCUSSIÓ

Estudi anatòmic mitjançant macro i microdissecció.

L'estudi del teixit connectiu periciàtic és un tema que ha anat agafant rellevància dins el context de la patologia neurítica del NC a l'EGP. A la bibliografia clàssica consultada no hem trobat referències a la presència d'aquest teixit connectiu periciàtic que ocupa l'EGP (69–71). En disciplines com la fisioteràpia i la osteopatia es dona cada vegada més importància a les fàscies i a la relació entre elles i la resta d'estructures osteomusculars com a causants de moltes de les disfuncions biomecàniques que s'observen a la clínica. Alguns autors han evidenciat la presència fàscies entre la cara posterior del múscul gluti major i la cara anterior dels músculs gluti mig i piriforme, sense entrar a valorar l'anatomia interna de l'EGP ni la sistematització organitzativa d'aquest teixit (69,72). Si que es valora com a hipòtesis de la síndrome del piriforme la possible relació de la fàscia del piriforme amb el NC (72).

En l'estudi de l'anatomia vascular entorn del NC, cal destacar que Gardner et al (69) en el seu tractat d'anatomia descriu sense anomenar, l'existència d'una arteria perpendicular al NC que s'anastomosa lateralment amb una branca ascendent de l'artèria circumflexa femoral medial i la primera perforant femoral, estructura clau per la irrigació de la musculatura pelvitrocantèrica (69). Aquesta estructura anatòmica podria correspondre per localització i direccionalitat amb les bandes fibrovasculars descrites coma a causa de possible compressió del NC (17).

L'anàlisi de l'EGP mitjançant una dissecció macro i microscòpica presenta importants limitacions (11,14). El focus del nostre estudi ha estat centrat en les fibres de teixit connectiu periciàtic. El teixit en qüestió presenta una gran friabilitat i fa que la dissecció acurada mitjançant microscopi sigui necessària i sovint no suficient.

Els estudis inicials amb cadàver es centraven sobretot en l'anàlisi de l'espai isquiofemoral (11), o en l'estudi com origen compressiu del NC a nivell del múscul piriforme o del complex GS-OI-GI (4,15). En definitiva el que es pretenia és poder

referenciar anatòmicament les possibles causes de compressió del nervi. Arrel de l'inici de l'endoscòpia es va donar importància a la presència de teixit fibrós i fibrovascular com a nova etiologia de la compressió, i es realitzen estudis on es defineix la disposició del teixit fibrovascular sobre el nervi (7).

Per tant, els nostres objectius s'han centrat principalment en respectar i analitzar en profunditat el teixit periciàtic, valorant-lo com a possible element etiològic de la SGP.

Un cop s'accedeix a l'EGP, per elevació del gluti major, observem una gran quantitat de teixit adipós que envolta el NC. La dissecció acurada del teixit adipós fa que determinar teixit connectiu organitzat de manera circular sobre el nervi sigui molt difícil. No obstant a la cara anterior del NC si que es constata la presència de fibres de teixit connectiu no gras. La disposició de les mateixes és variable i presenten una íntima relació amb la musculatura profunda del l'articulació del maluc com han indicat altres autors (14).

Els nostres resultats mostren que quan realitzem l'elevació del NC, trobem un teixit connectiu organitzat que cobreix la cara anterior del nervi i es relaciona de manera directe amb la musculatura profunda a la qual es fixa. Una troballa que considerem rellevant és que l'esmentat teixit s'introdueix a plans més profunds a nivell de l'espai intermuscular entre el GS i OI i entre el GI i el QF. Es constata per tant, que el nervi al seu pas per a l'espai subgluti, presenta uns punts d'estabilitat que, en la línia del que han comentat altres autors, poden ser claus pel control de la mobilitat del nervi durant les rotacions del maluc i que, en cas de trobar-nos amb alguna disfunció articular, aquests punts podrien alterar la mobilitat del mateix (14).

Hem determinat amb precisió en els espècimens estudiats les distàncies d'aquests punts de restricció del NC. Agafant de referència la vora inferior del múscul piriforme, hem referenciat que la mitjana en mil·límetres fins a l'obturador intern és de 27,2 i fins a la vora superior del quadrat femoral és de 19,7. Com a conseqüència d'aquesta troballa, en cas de revisió quirúrgica endoscòpica dels casos

refractoris al tractament conservador, tenir una orientació de la posició d'aquests punts d'ancoratge, farà que siguem més precisos en la neuròlisi medial.

La presència del teixit connectiu anterior es constata quasi en la totalitat del nervi dins l'espai subgluti. Destaca que aquest teixit observat varia de gruix i elasticitat. Presenta un important gruix i consistència a nivell del tendó dels isquiotibials. El NC es troba a una distància d'entre 1 i 1,2 cm de la tuberositat isquiàtica i de la inserció del tendó conjunt dels isquiotibials (51), la proximitat entre les estructures anatòmiques fa que el gruix de teixit connectiu periciàtic sigui màxim conferint protecció al nervi.

A nivell proximal, l'entrada del NC a l'EGP s'observa de forma variable. De les diferents disseccions realitzades, en el 36,4%, el nervi inicia el recorregut a l'espai gluti profund com a tronc tibial i fibular confluint i formant el NC a uns 18,5mm de la vora inferior del piriforme. A la regió proximal i especialment en els casos on la unió del NC es produeix dins l'espai gluti profund, el gruix del teixit connectiu que presenta és menor i més inconstant.

És important determinar i corroborar les variants anatòmiques, ja descrites en la literatura, a nivell del múscul piriforme i del teixit fibrovascular periciàtic (7,16). Pel que refereix al teixit fibrovascular hem objectivat que el tipus 1B (bandes compressives tipus pont de posterior a anterior) ha estat el més observat en les nostres disseccions, fins al 50% del total, no coincidint amb la bibliografia (18).

Estudi anatòmic i paràmetres morfomètrics analitzats mitjançant talls axials semifins i plastinació P40 (Biodur®).

Amb la tècnica de dissecció macro i microscòpica hem pogut corroborar evidències a nivell anatòmic que ja havien estat descrites en part per altres autors (1,7,11,15,56), i hem pogut determinar-ne distàncies i relacions amb les estructures anatòmiques que considerem rellevants a l'EGP. La principal limitació de la tècnica de dissecció és la violació de l'espai subgluti. Per poder accedir a l'esmentat espai s'ha de prescindir de part del teixit connectiu que envolta el nervi, alterant per tant el nostre objectiu d'estudi.

Diversos autors han estudiat les estructures que poden ser causa de compressió sobre el NC, donant importància a les variants anatòmiques que poden predisposar a aquesta compressió (2,7,18,34,51,55). En el nostre treball s'ha volgut aprofundir en l'anatomia microscòpica de l'EGP utilitzant en 4 hemipelvis l'anàlisi de talls semifins plastinats amb la tècnica de plastinació P40 (Biodur ®). Aquesta tècnica permet analitzar la microanatomia de l'EGP, en especial l'anatomia del teixit connectiu i fibromuscular, sense haver de manipular la zona d'estudi amb tècnica de dissecció (66). A més, aquesta tècnica possibilita l'estudi de talls de gran tamany, com és la regió glútia, fet que és molt rellevant a l'hora de considerar les relacions topogràfiques i la imatge anatòmica que podem correlacionar amb les imatges de diagnòstic.

En la literatura, hi ha molt poca bibliografia referent a la utilització de la plastinació per a l'estudi de la regió pelviana humana, i cap treball es focalitza a l'estudi de l'EGP(73). El nostre estudi ens ha permès analitzar les estructures de l'espai gluti profund en tall axial, i centrar-nos en com diferenciem el teixit connectiu periciàtic. La realitat ha estat que gràcies a aquestes preparacions, hem pogut treure importants conclusions i hem aconseguit una descripció anatòmica acurada de la disposició del teixit connectiu periciàtic, determinant-ne les relacions amb les estructures que l'acompanyen.

La preparació per a l'estudi dels talls axials ha estat molt laboriosa (67). Això ha provocat que comptem amb una n reduïda, essent aquest un important factor limitant del nostre estudi. No obstant, en les 4 hemipelvis explorades hem pogut copsar un patró comú, extraient-ne conclusions de la relació del nervi amb les estructures de l'EGP.

A mesura que hem avançat en la anàlisi dels talls axials hem aconseguit donar valor una nova opció etiològica de la síndrome de l'EGP. La compressió per estructures com el múscul piriforme, el complex GS-OI-GI o a nivell de l'espai isquifemoral és un fet reconegut a la literatura (1,19,22). Com també a nivell dels isquiotibials i tuberositat isquiàtica en els casos de ruptures o desinsercions tendinoses (10). No obstant, els pacients que presenten una clínica refractària al

tractament conservador, i amb estudis d'imatge i d'activitat de conducció nerviosa normals, després de les nostres troballes, fan pensar que l'anatomia, junt amb la fisiologia i la biomecànica muscular en podria ser una etiologia no contemplada.

Anatòmicament, la majoria de la musculatura que trobem a l'EGP es una musculatura monoarticular situada a plans profunds pròxims a l'articulació coxofemoral. Biomecànicament, aquests músculs treballen mitjançant força de contracció excèntrica, la qual cosa determina la seva funció principal, que és donar suport propioceptiu i estabilitat al l'articulació del maluc (19).

En situacions on l'estabilitat del maluc està alterada, la musculatura profunda treballa en excés i sovint patint una contracció isomètrica que, prolongada en el temps, pot donar lloc a dany tissular muscular. Els processos de dany tissular comportaran l'aparició de mediadors bioquímics y cel·lulars de la inflamació, hi haurà un augment secundari de la permeabilitat capil·lar, provocant edema local i alliberament de substàncies irritants a l'espai intersticial, afectant per contigüitat el NC amb aparició de simptomatologia (dolor local) a la regió posterior del maluc (74).

Per l'estudi descriptiu del teixit connectiu pericriniàtic es va focalitzar en una selecció de talls axials del maluc. Seguint les troballes observades a la primera part de la tesis hem vam analitzar 7 nivells d'estudi de manera que ens fos possible poder extreure les nostres conclusions (1,7,14,22).

El NC es troba inclòs i protegit per teixit connectiu dins l'EGP. Aquest teixit presenta una disposició excèntrica anterior respecte del troc del NC. El gruix i la qualitat del teixit connectiu és canviant al llarg de l'EGP. Per la seva cara posterior (superficial) el nervi està recobert per una quantitat important de teixit gras amb teixit connectiu fibrós que el delimita perifèricament amb el gluti major. Els gruixos a la part posterior varien entre 8 i 16 mm segons el nivell estudiat. A nivell anterior només presenta una fina capa de teixit connectiu amb gruixos mínims. Segons el tall s'observen gruixos màxims de 2mm a nivell proximal però en els talls distals la presència de teixit connectiu és imperceptible. El fet que no es pugui discernir la presència de teixit connectiu a la cara anterior del NC als talls axials més distals, tot

i poder ser un factor limitant, pensem que posa en evidència l'estreta relació anatòmica entre NC i OI-GI i QF, on l'epineuri es troba en íntim contacte amb l'epimisi d'aquests músculs.

Una anàlisi detallada de la superfície que ocupa el teixit connectiu periciàtic ens ha permès objectivar que a la part més proximal de l'EGP aquest teixit connectiu presenta una àrea mitjana de 322 mm², mentre que a mesura que ens desplaçem distalment en l'EGP, a nivell del múscul OI aquesta àrea presenta un increment manifest. A la part més caudal de la regió observàvem una disminució progressiva d'aquesta àrea fins assolir el mínim a l'alçada de l'espai isquiofemoral, amb una àrea mitjana de 215mm². Tot i el tamany de la mostra, els nostres resultats han posat en evidència que la tendència es a presentar un major volum de teixit connectiu a la zona mitja de l'EGP. Alguns autors han descrit que a nivell de la transició entre els músculs GS i OI, i entre els músculs GI i QF, és una zona de màxima translació del NC en els mecanismes de rotació del maluc (14). Si amb els nostres resultats, i amb posteriors estudis on puguem incrementar la mostra, podem concloure que es la zona on el nervi ha de presentar major adaptació als moviments, l'augment de volum de teixit connectiu en aquest nivell podria servir per conferir-li una major protecció.

Es important destacar les zones d'adhesió del nervi a estructures anatòmiques properes. En el nostre estudi hem descrit la disposició perimetral d'una fina capa de teixit connectiu fibrós que envolta el nervi i el teixit gras i determina una mena de sinciti. En el tractament quirúrgic de la síndrome de l'EGP es parla d'alliberament del teixit periciàtic (7,56). Però, amb els resultats del nostre estudi, quins riscos estem assumint durant aquest procediment quirúrgic? És per aquest motiu que hem d'analitzar i entendre quines son les adhesions d'aquest complex NC-teixit connectiu-adipós periciàtic.

Gràcies a l'estudi dels talls semifins i l'anàlisi seqüenciat de diferents nivells, hem pogut determinar un patró que es repeteix amb petites variants en els 4 subjectes estudiats. Els nostres resultats ens permeten concloure que el teixit periciàtic, en la totalitat de l'EGP, s'organitza, al nostre entendre i segons la nostra teoria, com un teixit connectiu de protecció del NC (14). Aquest teixit presenta unes zones de restricció de la mobilitat del mateix. Analitzant les preparacions veiem que

a nivell lateral el teixit connectiu presenta una adhesió homogènia a la cara postero-medial del fèmur. Inicialment a nivell del tendó del múscul piriforme i progressivament en direcció caudal aquest teixit es va adherint de manera continua a estructures òssies: trocànter major, epífisis i metàfisi femoral. Per tant, la nostra teoria és que a nivell lateral, tant la distància de les adhesions sobre el fèmur com la qualitat de la unió és bastant homogènia. La longitud de les digitacions d'ancoratge analitzades a cada tall es mouen entre un mínim de 23,5 mm i un màxim de 29,3mm.

Analitzant la vora medial de l'EGP trobem una major variabilitat quan a aquestes unions. Proximalment el teixit presenta una adhesió més o menys ferma a nivell del còccix i del lligament sacroespínós. A nivell dels músculs GS i OI, el teixit es troba en una situació de transició sense una adhesió clara, fins organitzar-se de manera paral·lela el tendó de l'OI i col·locar-se en pla intermuscular entre el múscul OI i el múscul ili-coccigi (elevator de l'anús). A mesura que progressa distalment, el teixit connectiu torna a dibuixar una transició entre els músculs OI i el GI per acabar adherint-se de manera ferma a la cara antero-lateral de la tuberositat isquiàtica. En aquest nivell la longitud d'aquesta digitació connectiva és mínima (10,8mm), trobant la seva longitud màxima (33,3mm) a nivell proximal.

Els nostres resultats ens permeten descriure que a nivell medial, a diferència de la vora lateral, les fibres que donen estabilitat al complex del teixit connectiu periciàtic, presenten una distribució més erràtica. Les mesures de les expansions presenten gran variabilitat. És important destacar que a nivell medial trobem o definim zones de transició on no està garantit l'ancoratge del NC, fet que considerem relacionat amb les transicions d'estructures amb les quals es relaciona.

El resultat d'aquesta anàlisi el considerem de crucial importància. S'ha descrit una gran quantitat de tractaments de la SGP. Amb la introducció del tractament endoscòpic, aquesta es postula cada vegada més per la realització de la neuròlisi (7,51,52,55). Malgrat aquestes tècniques son utilitzades, no existeix un consens, i no s'han definit patrons concrets d'actuació quirúrgica ni protocols de seguretat per a l'alliberament del NC. Els nostres resultats orienten a establir que la neuròlisi és més segura si es realitza a nivell lateral, ja que les distàncies al NC son més homogènies, i la qualitat de l'adhesió és més continua i ferma sobre estructura òssia. A l'hora de plantejar-nos la neuròlisi del NC, considerem que serà més eficient

i més segur realitzar una neuròlisi lateral des de l'extrem del trocànter major fins a la tuberositat isquiàtica. A part, també postulem que s'hauran d'analitzar i tractar altres possibles causes compressives de les estructures del EGP sobre el NC.

Un resultat que també considerem importants a partir de l'estudi dels talls axials semifins és l'exposició del NC a la musculatura pelvitrocantèrea. A nivell del múscul QF i a l'espai isquiofemoral, no podem descriure anatòmicament la presència de teixit d'interposició entre la musculatura profunda del maluc i la cara anterior del NC. Es descriuen causes d'irritació i fenòmens inflamatoris que afecten la musculatura profunda de l'espai subgluti (1,58). Fisiopatològicament, en situacions d'instabilitat subaguda o crònica del maluc, es provoca que la musculatura estabilitzadora de l'articulació treballi en contracció isomètrica. Una contracció isomètrica mantinguda en el temps farà que es provoqui l'alliberament de substàncies irritants a l'espai intersticial afectant el NC (19). Actualment es pot diagnosticar la inflamació/irritació del nervi mitjançant neurografia per RM (18) que permet objectivar fenòmens de neuritis, o bé per RM simple, podem observar edema del quadrat femoral (2,34,38,56) o fenòmens d'atròfia grassa del mateix múscul en casos molt crònics.

Els fenòmens inflamatori crònics poden activar cascades de generació de teixit fibrós, provocant de manera directe una clínica compressiva sobre el NC (7).

L'estudi mitjançant la plastinació ens generava un dubte evident. Existeix teixit d'interposició entre aquests grups musculars i la cara anterior del NC? Per continuïtat del patró de distribució del teixit entorn del nervi, hauríem de pensar que si, però no vàrem ser capaços de confirmar-ho ni tampoc la bibliografia consultada ens ho aclaria, fins que no vam realitzar la tercera i última fase del nostre estudi.

Estudi histològic amb tricròmic de Masson.

Necessitàvem comprovar la presència de teixit d'interposició a nivell distal per així confirmar la distribució perimetral de teixit connectiu dens en la totalitat de

l'EGP. La tècnica de preparació per a histologia del nervi amb tinció amb tricròmic de Masson, ens ha permès poder analitzar el teixit connectiu amb un gran nivell de precisió.

Sense bibliografia que reforci la nostre troballa, si que hem pogut afirmar que es contempla la presència de teixit connectiu a tot l'espai gluti profund envoltant el NC. Per tant existeix teixit d'interposició entre l'epimisi i l'epineuri, però aquest es tant fi que fa que considerem que el nervi es vegi fortament exposat.

Amb tot el que hem exposat podem dir que hem fet una immersió en l'anatomia d'una estructura oblidada, com es el teixit connectiu periciàtic. Ha permès poder treure conclusions que de manera global ens poden ajudar a entendre més bé la patogènia de la SGP. La clínica compressiva a través del múscul piriforme (4), teixit fibrovascular (7), el complex GS-OI-GI (1,58) o l'espai isquiofemoral (55,56) han estat àmpliament descrites. No obstant la causa irritativa per un mal funcionament biomecànic no, una causa que pot afectar el NC per aquesta disposició del teixit connectiu a l'EGP que fa que la seva cara anterior mantingui una molt estreta relació amb l'epimisi dels músculs pelvitrocanterics. Per tant, el fet d'existir un contacte tant íntim entre els músculs GS, OI, GI i QF amb el NC fa que qualsevol alteració d'aquests pugui causar una irritació del nervi donant clínica de neuritis del NC. Considerem que, en aquests casos, el tractament no s'hauria de centrar ni en la desinserció tendinosa ni en la resecció de la tuberositat isquiàtica. Al nostre entendre, i en base a les nostres troballes, l'enfoc del tractament hauria d'estar basat en l'estudi de la causa que desencadena la sobreactivació dels estabilitzadors pèlvics. Sovint una lesió del labrum, un pinçament repetitiu per lesió tipus CAM, o simplement una mala adaptació a un sobreesforç, farà que el maluc treballi de manera nociceptiva, sobreactivant els músculs pelvitrocanterics en isometria. La isometria mantinguda condicionarà una anòxia muscular causant un edema intersticial i l'alliberament de mediadors de la inflamació que serà irritativa pel nervi en aquestes regions de contacte tan directe.

Serà crucial l'abordatge inicial de fisioteràpia (1). És important que el fisioterapeuta entengui la fisiopatologia de la lesió, i oferir al pacient un tractament amb garanties d'èxit. Només així podrem augmentar la ràtio de resolució a través del tractament conservador i limitar els casos que acabin en revisió quirúrgica.

Des del punt de vista quirúrgic, en els casos on no hi hagi una compressió clara del nervi, caldrà actuar ressecant possibles fibrosis perineurals (sobretot en casos crònics) i la realització de la neuròlisi (7,51) del NC. Per poder oferir les màximes garanties d'eficiència i seguretat al pacient, arrel dels nostres resultats aconsellem prioritzar la resecció de l'ancoratge lateral del teixit periciàtic, per la part posteromedial del fèmur.

6. CONCLUSIONS

6. CONCLUSIONS

Primera: Es pot fer un estudi acurat de la regió subglútia a nivell de macro i microdissecció, essent possible analitzar només el teixit existent entre la cara anterior del nervi i la posterior de la musculatura rotadora profunda.

Segona: Es diferencien diferents variants anatòmiques descrites a la bibliografia pel que fa a la sortida del NC a l'EGP. De les diferents variants descrites només hem observat la bifurcació del NC a través d'un múscul piriforme bífid. Entra a l'EGP com a tronc tibial i fibular, conformant el NC a una distància mitjana de 18,5mm des de la vora inferior del múscul piriforme.

Tercera: Hem observat amb una elevada freqüència (93,3%) la presència de teixit fibrovascular en relació al NC de disposició variable. Aquest teixit podia creuar-se o adherir-se directament sobre el NC. La disposició majoritària observada ha estat la 1B, teixit fibrovascular que creua el NC amb una direccionalitat de posterior a anterior. Aquest teixit es troba a una distància mitjana de la vora inferior del múscul piriforme de 11,8mm.

Quarta: El NC presenta a la seva cara anterior fibres de teixit connectiu dens i de major resistència que es direccionen a plans més profunds ancorant-se en dos punts de l'espai subgluti: a l'interval entre els músculs GS i l'OI i a l'interval entre els músculs GI i QF.

Cinquena: Mitjançant talls semifins hem definit els ancoratges medial i lateral del NC que donaran estabilitat al nervi dins l'EGP. A nivell lateral presenta un ancoratge continu i homogeni pel que fa a distàncies, sempre adherit sobre teixit ossi femoral. A nivell medial l'ancoratge es molt variable, tant en la direcció i longitud de les seves fibres com en els llocs d'inserció.

Sisena: Mitjançant la tècnica de plastinació P40, que ens permet valorar l'EGP sense d'alterar-ne l'anatomia, es determina la disposició excèntrica anterior del NC dins l'EGP, inclòs en teixit connectiu i cel·luloadipós, la qual cosa considerem li confereix

una protecció posterior però una exposició anterior del NC. Es determina la mitjana de les àrees de cada un dels talls axial analitzats. Es confirma la presència perimètrica de teixit fibrós entorn del teixit connectiu que embolcalla el NC, excepte a nivell del múscul QF, on s'observava íntim contacte entre estructura nerviosa i teixit muscular.

Setena: L'estudi histològic del NC a l'EGP confirma un contacte molt estret del múscul QF amb el nervi, però amb existència d'una fina capa de teixit connectiu d'interposició entre l'epimisi i l'epineuri. Per tant, constatem que el NC presenta d'un manegot de teixit connectiu continu i circumferencial en la totalitat del seu recorregut per l'EGP.

Vuitena: En cas de fracàs del tractament conservador, s'indica la opció quirúrgica mitjançant endoscòpia. Arrel de les troballes descrites en l'actual estudi, pensem que a l'hora de realitzar la neuròlisi del NC (un cop tractades les causes compressives directes) s'hauria de realitzar preferentment de la seva vora lateral, guanyant eficàcia i seguretat en el tractament.

Novena: Considerem que les troballes anatòmiques de l'actual estudi no poden explicar un únic origen de la clínica definida a la SGP. No obstant, ajuden a determinar quines son les zones d'exposició del NC amb les estructures annexes. Els nostres resultats evidencien que el NC presenta una major exposició per la seva cara anterior. L'estreta relació anatòmica del NC amb la musculatura pelvitrocantèrica pot explicar com qualsevol patiment muscular pot ser origen de fenòmens neurítics d'irritació del NC i, per tant, causant de la clínica àlgica.

7. BIBLIOGRAFIA

7. BIBLIOGRAFIA

1. Cox JM, Bakkum BW. Possible Generators of Retrotrochanteric Gluteal and Thigh Pain: The Gemelli–Obturator Internus Complex. *J Manipulative Physiol Ther.* 2005;28(7):534-8.
2. Gonzalez-Lomas G. Deep Gluteal Pain in Orthopaedics: A Challenging Diagnosis. *J Am Acad Orthop Surg.* 2021; 29(24):e1282-90.
3. Gran Enciclopèdia Catalana. Barcelona: Grup Enciclopèdia Catalana.
4. Robinson DR. Piriformis syndrome in relation to sciatic pain. *Am J Surg.* 1947;73(3):355–358.
5. Johnson JKA. Impingement of de Lesser trochanter on total hip arthroplasty. Report of Three cases. *J BoneJointSurg Am.* 1977; 59:268-9.
6. McCrory P, Bell S. Nerve entrapment syndromes as a cause of pain in the hip, groin and buttock. *Sports Med.* 1999;27(4):261–274.
7. Carro LP, Hernando MF, Cerezal L, et al. Deep gluteal space problems: piriformis syndrome, ischiofemoral impingement and sciatic nerve release. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2016; 6(3):384–396.
8. Atlas de anatomía Humana 3D visible Body. Versió: 2023.05.005.
9. Metikala S, Sharma V. Endoscopic Sciatic Neurolysis for Deep Gluteal Syndrome: A Systematic Review. *Cureus.* 2022; 14(3): e23153.
10. Puranen J, Orava S. The hamstring syndrome. A new diagnosis of gluteal sciatic pain. *Am J Sports Med.* 1988;16(5):517-21.
11. Leite MJ, Pinho AR, Silva MR, Lixa JC, Madeira MD, Pereira PG. Deep gluteal space anatomy and its relationship with deep gluteal pain syndromes. *HIP Int.* 2022; 32(4):510-5.
12. Martin HD, Khoury A, Schröder R, Palmer IJ. Ischiofemoral Impingement and Hamstring Syndrome as Causes of Posterior Hip Pain. *Clin Sports Med.* 2016; 35(3):469-86.
13. Gómez-Hoyos J, Khoury A, Schröder R, Johnson E, Palmer IJ, Martin HD. The Hip-Spine Effect: A Biomechanical Study of Ischiofemoral Impingement Effect on Lumbar Facet Joints. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2017; 33(1):101-7.
14. Balius R, Susín A, Morros C, Pujol M, Pérez-Cuenca D, Sala-Blanch X. Gemelli-obturator complex in the deep gluteal space: an anatomic and dynamic study. *Skeletal Radiol.* 2018;47(6):763-70.

15. Solomon LB, Lee YC, Callary SA, Beck M, Howie DW. Anatomy of piriformis, obturator internus and obturator externus: IMPLICATIONS FOR THE POSTERIOR SURGICAL APPROACH TO THE HIP. *J Bone Joint Surg Br.* 2010; 92-B(9):1317-24.
16. Beaton LE, Anson BJ. The relation of the sciatic nerve and its subdivisions to the piriformis muscle. *Anat Rec* 1937; 70:1-5.
17. Hernando MF, Cerezal L, Pérez-Carro L, Abascal F, Canga A. Deep gluteal syndrome: anatomy, imaging, and management of sciatic nerve entrapments in the subgluteal space. *Skeletal Radiol.* 2015; 44(7):919-34.
18. Koh E. Imaging of peripheral nerve causes of chronic buttock pain and sciatica. *Clin Radiol.* 2021; 76:626e1e626e11.
19. Busquet L. Las cadenas musculares. Miembros inferiores. 5ª edición. Barcelona: Editorial Paidotribo. 2006; 77-107 p.
20. A.I. Kapandji. Fisiología Articular. 6ª Edición. Editorial Médica Panamérica; 2010. 20-56 p.
21. Safran M, Ryu J. Ischiofemoral impingement of the hip: a novel approach to treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014; 22(4):781-5.
22. Torriani M, Souto SCL, Thomas BJ, Ouellette H, Bredella MA. Ischiofemoral Impingement Syndrome: An Entity With Hip Pain and Abnormalities of the Quadratus Femoris Muscle. *Am J Roentgenol.* 2009; 193(1):186-90.
23. Labropoulos N, Tassiopoulos AK, Gasparis AP, Phillips B, Pappas PJ. Veins along the course of the sciatic nerve. *J Vasc Surg.* 2009; 49(3):690-6.
24. Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007; (37):754-62.
25. Simons DG, Travell JG, Simons LS. Dolor y disfunción miofascial: El manual de los puntos gatillo. 2ª Edición. Madrid: Editorial Panamericana; 2010.
26. Gómez-Hoyos J, Martin RL, Schröder R, Palmer IJ, Martin HD. Accuracy of 2 Clinical Tests for Ischiofemoral Impingement in Patients With Posterior Hip Pain and Endoscopically Confirmed Diagnosis. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2016; 32(7):1279-84.
27. Martin HD, Savage A, Braly BA, Palmer IJ, Beall DP, Kelly B. The Function of the Hip Capsular Ligaments: A Quantitative Report. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2008; 24(2):188-95.
28. Martin HD, Kivlan BR, Palmer IJ, Martin RL. Diagnostic accuracy of clinical tests for sciatic nerve entrapment in the gluteal region. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014; 22(4):882-8.

29. Kizaki K, Uchida S, Shanmugaraj A, et al. Deep gluteal syndrome is defined as a non-discogenic sciatic nerve disorder with entrapment in the deep gluteal space: A systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020; 28:3354-3364.
30. Beckmann JT, Safran MR, Abrams GD. Extra-Articular Impingement: Ischiofemoral Impingement and Trochanteric-Pelvic. *Oper Tech Sports Med.* 2015; 23(3):184-9.
31. de SA D, Alradwan H, Cargnelli S, Thawer Z, Simunovic N, Cadet E, et al. Extra-Articular Hip Impingement: A Systematic Review Examining Operative Treatment of Psoas, Subspine, Ischiofemoral, and Greater Trochanteric/Pelvic Impingement. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2014; 30(8):1026-41.
32. Schubert R. Femoroacetabular impingement syndrome, Radiology Reference Article, Radiopaedia.org. 2023. Available from: <https://radiopaedia.org/articles/femoroacetabular-impingement-syndrome>
33. Aguilera B, Toro AF, Castillo JF. Revisión de conceptos actuales actualización en pinzamiento femoroacetabular. *Revista Colombiana de ortopedia y traumatología.* 2012; 26(1):61-72.
34. Taneja AK, Bredella MA, Torriani M. Ischiofemoral Impingement. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2013; 21(1):65-73.
35. Botser I, Safran MR. MR Imaging of the Hip. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2013; 21(1):169-82.
36. Xing Q, Feng X, Wan L, Cao H, Bai X, Wang S: MRI measurement assessment on ischiofemoral impingement syndrome. *Hip Int.* 2021; 33 (1):119-125.
37. Hujazi I, Jones T, Johal S, et al. The normal ischiofemoral distance and its variations. *J Hip Preserv Surg.* 2016; 3(3):197-202.
38. Cejas C, Aguilar M, Falcón L, Caneo N, Acuña MC. Neurografía por resonancia magnética de alta resolución (3Tesla) del nervio ciático. *Radiología.* 2013; 55(3):195-202.
39. Bucknor MD, Steinbach LS, Saloner D, Chin CT. Magnetic resonance neurography evaluation of chronic extraspinal sciatica after remote proximal hamstring injury: a preliminary retrospective analysis. *J Neurosurg.* 2014; 121(2):408-14.
40. Zhang W, Luo F, Sun H, Ding H. Ultrasound appears to be a reliable technique for the diagnosis of piriformis syndrome. *Muscle Nerve.* 2019; (59):411-6.
41. Wu YY, Guo XY, Chen K, He FD, Quan JR. Feasibility and reliability of an ultrasound examination to diagnose piriformis syndrome. *World Neurosurg.* 2020; (134):e1085-e1092.

42. Rosales J, García N, Rafols C, Pérez M, Verdugo MA. Perisciatic Ultrasound-Guided Infiltration for Treatment of Deep Gluteal Syndrome. *J Ultrasound Med.* 2015; 34(11):2093-7.
43. Burke CJ, Walter WR, Adler RS. Targeted Ultrasound-Guided Perineural Hydrodissection of the Sciatic Nerve for the Treatment of Piriformis Syndrome. *Ultrasound Q.* 2019; 35(2):125.
44. Wilson MD, Keene JS. Treatment of ischiofemoral impingement: results of diagnostic injections and arthroscopic resection of the lesser trochanter. *J Hip Preserv Surg.* 2016; 3(2):146-53.
45. Vij N, Kiernan H, Bisht R, Singleton I, Cornett EM, Kaye AD, et al. Surgical and Non-surgical Treatment Options for Piriformis Syndrome: A Literature Review. *Anesthesiol Pain Med.* 2021; 11(1). Available from: <https://brieflands.com/articles/aapm-112825.html>
46. Michel F, Decavel P, Toussirost E, et al. Piriformis muscle syndrome: diagnostic criteria and treatment of a monocentric series of 250 patients. *Ann Phys Rehabil Med.* 2013; 56(5):371-83.
47. Michael Shacklock. *Neurodinamica clínica: un nuevo sistema en el tratamiento musculoesquelético.* Amsterdam: Editorial Elsevier; 2007.
48. Jill Cook, Gil Rodas, Alan McCall, Ricard Pruna, Rochelle Kennedy, Lluís Til. *Tendon injuries in football players: FC Barcelona 2021 tendon guide.* 2021.
49. Masala S, Crusco S, Meschini A, Taglieri A, Calabria E, Simonetti G. Piriformis syndrome: long-term follow-up in patients treated with percutaneous injection of anesthetic and corticosteroid under CT guidance. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2012; 35(2):375-82.
50. Benzon HT, Katz JA, Benzon HA, Iqbal MS. Piriformis syndrome: anatomic considerations, a new injection technique, and a review of the literature. *Anesthesiology.* 2003; 98(6):1442-8.
51. Park JW, Lee YK, Lee YJ, Shin S, Kang Y, Koo KH. Deep gluteal syndrome as a cause of posterior hip pain and sciatica-like pain. *Bone Jt J.* 2020; 102-B(5):556-67.
52. Fishman LM, Wilkins AN, Rosner B. Electrophysiologically identified piriformis syndrome is successfully treated with incobotulinum toxin a and physical therapy. *Muscle Nerve.* 2017; 56(2):258-63.
53. Benson ER, Schutzer SF. Posttraumatic piriformis syndrome: diagnosis and results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1999; 81:941-9.
54. Knudsen JS, McConkey MO, Brick MJ. Endoscopic sciatic neurolysis. *Arthroscopy Techniques.* 2015; 4(4):e353-8.

55. Martin HD, Hatem M, Palmer IJ. Endoscopic Sciatic Nerve Decompression: Operative Technique. *Oper Tech Sports Med.* 2012; 20(4):325-32.
56. Hatem MA, Palmer IJ, Martin HD. Diagnosis and 2-Year Outcomes of Endoscopic Treatment for Ischiofemoral Impingement. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2015; 31(2):239-46.
57. Dezawa A, Kusano S, Miki H. Arthroscopic release of the piriformis muscle under local anesthesia for piriformis syndrome. *Arthroscopy.* 2003; 19(5):554-7.
58. Meknas K, Kartus J, Letto JI, Christensen A, Johansen O. Surgical release of the internal obturator tendon for the treatment of retro-trochanteric pain syndrome: a prospective randomized study, with long-term follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009; 17(10):1249-56.
59. Jo S, O'Donnell JM. Endoscopic lesser trochanter resection for treatment of ischiofemoral impingement. *J Hip Preserv Surg.* 2015; 2(2):184-9.
60. Mella C, Villalón I, Núñez Á. Complicaciones en artroscopia de cadera. Artroscopia fallida de cadera y artroscopia de revisión. *Rev Esp Artrosc Cir Articul.* 2016; 23(2):103-11.
61. Bernardo Aguilera-Bohórquez , Julio Pacheco , Lizardo Castillo , Daniela Calvache , Erika Cantor. Complications of Hip Endoscopy in the Treatment of Subgluteal Space Pathologies. *Arthroscopy.* 2021; 37(7)2152-2161.
62. Ham DH, Chung WC, Jung DU. Effectiveness of Endoscopic Sciatic Nerve Decompression for the Treatment of Deep Gluteal Syndrome. *Hip Pelvis.* 2018; 30(1):29-36.
63. Park MS, Jeong SY, Yoon SJ. Endoscopic sciatic nerve decompression after fracture or reconstructive surgery of the acetabulum in comparison with endoscopic treatments in idiopathic deep gluteal syndrome. *Clin J Sport Med.* 2019; 29:203-8.
64. Ilizaliturri VM Jr, Arriaga R, Villalobos FE, Suarez-Ahedo C. Endoscopic release of the piriformis tendon and sciatic nerve exploration. *J Hip Preserv Surg.* 2018; 5:301-6.
65. Ethical and legal aspects of corpse donation. *Eur J Anat* (2015), vol 19 (1): 5-8.
66. Sora MC, Latorre R, Baptista C, López-Albors O. Plastination, A scientific method for teaching and research. *Anat Histol Embryol.* 2019; 48(6):526-31.
67. Guerrero M, Vargas C, Alarcón E, del Sol M, Ottone NE. Desarrollo de un Protocolo de Plastinación de Cortes con Resina Poliéster Aplicado a Secciones de Cerebro Humano. *Int J Morphol.* 2019; 37(4):1557-63.

68. Andersen HL, Andersen SL, Trantum-Jensen J. Injection Inside the Paraneural Sheath of the Sciatic Nerve: Direct Comparison Among Ultrasound Imaging, Macroscopic Anatomy, and Histologic Analysis. *Reg Anesth Pain Med.* 2012; 37(4):410-4.
69. Gardner ED, Gray H, O'Rahilly R. *Anatomy. A regional study of human structure.* Editorial al Meier. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1986.
70. Rouviere H, Delmas A. *Anatomia Humana. Descriptiva, topográfica y funcional.* 10ª Edició. París: Editorial Masson; 1999.
71. Testut L, Latarjet A. *Tratado de anatomia humana. Vol. Tomo I.* 1988.
72. Carla Stecco, Warren Hammer, Raffaele De Caro. *Functional Atlas of the Human Fascial System.* Amsterdam: Editorial Elsevier; 2015.
73. Genser-Strobl B, Sora MC. Potential of P40 plastination for morphometric hip measurements. *Surg Radiol Anat SRA.* 2005; 27(2):147-51.
74. Estevan J.M. *Epidemiología de la isquemia aguda.* Barcelona: Editorial Uriach; 1994.

8. ANNEXOS

ANNEX 1:

Autorització del Comitè d'Ètica i Bioseguretat de la Recerca de la Universitat de Girona (CEBRU).



DICTAMEN DEL COMITÈ D'ÈTICA I BIOSEGURETAT DE LA RECERCA DE LA UNIVERSITAT DE GIRONA

Nom projecte: Síndrome de pinçament en l'espai gluti profund (deep gluteal síndrome): bases anatòmiques de la seva fisiopatologia i indicacions quirúrgiques mitjançant tècnica artroscòpica
Codi Projecte: CEBRU0027-23
Investigadora: Ramon Servitja Tormo

Helena Montiel Boadas, secretaria del Comitè d'Ètica i Bioseguretat de la Recerca de la Universitat de Girona,

FAIG CONSTAR :

Que en la sessió ordinària número 7/2023 que va tenir lloc el dia 17 de juliol de 2023, el Comitè d'Ètica i Bioseguretat de la Recerca de la Universitat de Girona va avaluar el protocol del projecte "Síndrome de pinçament en l'espai gluti profund (deep gluteal síndrome): bases anatòmiques de la seva fisiopatologia i indicacions quirúrgiques mitjançant tècnica artroscòpica." i va considerar per unanimitat que compleix els requeriments ètics i de bioseguretat exigibles.

Que és responsabilitat dels investigadors que la recerca es realitzi tal i com descriu la documentació presentada. Qualsevol canvi significatiu ha de ser comunicat al Comitè, la qual cosa requerirà una nova valoració.

Per la qual cosa, s'emet aquest dictamen favorable.

Helena Montiel Boadas

Secretaria del Comitè d'Ètica i Bioseguretat de la Recerca de la Universitat de Girona

ANNEX 2:

Pòster presentat al XXX congrés de la SAE amb el títol: MACRO AND MICRO-ANATOMICAL STUDY OF THE PERI-SCIATIC CONNECTIVE TISSUE AT THE SUBGLUTEAL SPACE. Servitja R, Iwanaga J, Carrera A, Tubbs RS, Cardona JJ, Chaiyamoon A, Reina F. Girona, 9 de setembre de 2023.



ESTUDIO MACRO Y MICRO-ANATOMICO DE EL TEJIDO CONECTIVO PERICIÁTICO EN EL ESPACIO SUBGLÚTEO

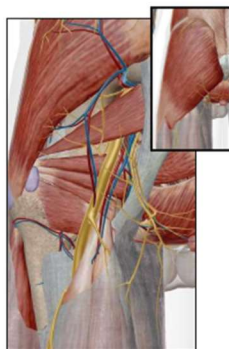
Servitja R¹, Iwanaga J^{2,3}, Carrera A¹, Tubbs RS^{2,3}, Cardona JJ², Chaiyamoon A², Reina F⁴.

1. Orthopedic Surgery Department, Martí i Julià Hospital, Salt (Girona), Spain
2. Department of Neurosurgery, Tulane Center for Clinical Neurosciences, Tulane University School of Medicine, New Orleans (LA), USA.
3. Department of Structural and Cellular Biology, Tulane Center for Clinical Neurosciences, Tulane University School of Medicine, New Orleans (LA), USA.
4. Clinical Anatomy, Embryology and Neuroscience Research Group (NEOMA), Medical Sciences Department, Faculty of Medicine, University of Girona, Spain.

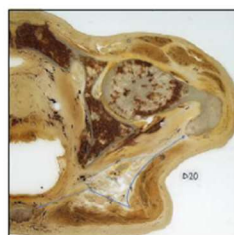
INTRODUCCIÓN:

El síndrome de glúteo profundo (SGP) se caracteriza por dolor mecánico e inespecífico en las nalgas.

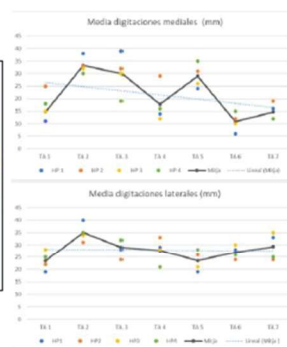
La descompresión del nervio ciático (NC) en el espacio subglúteo es una de las técnicas utilizadas actualmente. El nervio se libera del tejido conectivo circundante mediante artroscopia. Sin embargo, no existe consenso sobre la anatomía precisa de este tejido. Tampoco se comprende bien el papel de este tejido en la anatomía funcional del nervio durante los movimientos de la cadera y su influencia en la etiología del SGP. Ç



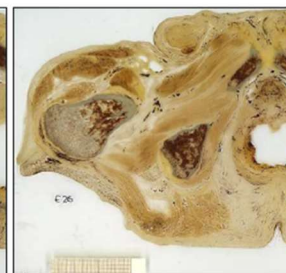
Espacio glúteo profundo.



Disposición del TC en el espacio subglúteo.



Corte axial a nivel del obturador interno.



Corte axial a nivel del cuadrado femoral.

MATERIAL Y MÉTODOS:

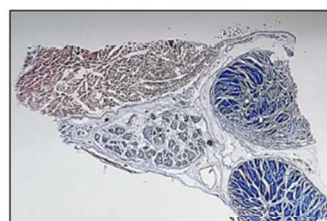
Se realizó un estudio macromicroanatómico descriptivo del tejido conectivo periciático en 19 hemipelvis. Se han definido sus características morfológicas, zonas de inserción y relaciones con las estructuras musculotendinosas.

La microdissección se realizó en 15 ejemplares. Se estudiaron dos hemipelvis mediante cortes semifinos y plastinación E12-P40 (Biodur®). Se estudiaron dos muestras más con hematoxilina-eosina.

RESULTADOS:

Todas las muestras confirman que todo el trayecto del nervio ciático en la región subglútea está rodeado por una vaina de tejido conectivo (TC). Se observaron la presencia de unos puntos de anclaje laterales continuos en longitud y en estructura ósea (fémur). Y mediales de longitudes variables y fijándose sobre estructuras anatómicas de características diversas (coxis y el ligamento sacroespinós en región proximal, zona media a nivel intermuscular entre el obturador interno y el elevador del ano y distalmente en tuberosidad isquiática).

Mediane estudio histológico en tinción con hematoxilina-eosina se constata que se interpone una fina capa de tejido conectivo entre perineuro y permisio, pero constatando la íntima relación entre estas estructuras.



Tinción hematoxilina-eosina tejido conectivo de interposición entre el perineuro y permisio.

CONCLUSIONES:

El nervio ciático, en su paso por el espacio glúteo profundo, presenta una protección de tejido conectivo que lo envuelve. Este tejido se inserta lateralmente de manera continua en fémur y de manera discontinua y errática a nivel medial. Existe contacto íntimo entre la cara anterior del nervio y la posterior de la musculatura profunda de la cadera con una mínima capa de tejido conectivo interpuesta. Alteraciones a nivel de la musculatura pelvi trocantérea pueden afectar, por irritación o por tracción, el nervio ciático en la región subglútea.