



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Fisioterapia

**Sindrome da intrappolamento
del nervo sovrascapolare (SNES) e
varianti anatomiche
Revisione della letteratura**

Relatore:
Chiar.mo Prof. Marco Bartolini

Tesi di Laurea di:
Gianmarco Capitani

Correlatore:
Dott.ssa Giovanna Censi

A.A. 2019/2020

Indice

Abstract	4
Introduzione	5
1. Anatomia	6
2. Varianti anatomiche	7
2.1 Incisura sovrascapolare	7
2.2 Legamento trasverso superiore della scapola.....	10
2.3 Legamento coraco-scapolare anteriore	11
2.5 Legamento spinoglenoideo	14
3. Patologia	16
4. Materiali e metodi	17
4.1 Obiettivo.....	17
4.2 Strategia di ricerca.....	17
4.3 Criteri per la selezione degli studi.....	17
4.4 Classificazione delle varianti e estrazione dei dati	18
5. Risultati	19
6. Discussione	29
Conclusioni	33
Bibliografia	34

Abstract

Introduzione: La sindrome da intrappolamento del nervo sovrascapolare (SNES) è una neuropatia che si verifica a causa della compressione del nervo lungo il suo decorso, all'interno dell'incisura sovrascapolare o nell'incisura spinoglenoidea. Sono state descritte in letteratura diverse varianti anatomiche delle strutture che entrano in contatto con il nervo o influenzano lo spazio disponibile per il suo decorso. Lo scopo di questa revisione è di analizzare le caratteristiche delle principali varianti anatomiche che possono aumentare il rischio di sviluppare la neuropatia.

Materiali e metodi: La ricerca degli studi in letteratura è stata condotta sul database elettronico PubMed. Sono stati selezionati solo gli studi osservazionali e i case report, esclusivamente in lingua inglese, che riportavano dati sull'incidenza o sulla morfologia di una o più varianti anatomiche situate lungo il decorso del nervo. Non sono state applicate restrizioni temporali per la ricerca.

Risultati: Sono stati inclusi nella revisione 42 studi. Dall'analisi dei dati ottenuti è emerso che un'incisura a forma di "V" o la presenza di un forame, risultante dall'ossificazione del legamento trasverso superiore della scapola, diminuiscono significativamente l'area dello spazio in cui decorre il nervo sovrascapolare. Anche il decorso dell'arteria sovrascapolare sotto al legamento sembra essere correlato ad un aumentato rischio di intrappolamento. Alcune strutture come il legamento coraco-scapolare anteriore o la vena dell'incisura sovrascapolare potrebbero invece proteggere il nervo, evitando che esso venga compresso contro i margini ossei dell'incisura.

Discussione: Molti autori sono concordi nell'affermare che le varianti anatomiche sopra citate diminuiscano lo spazio all'interno dell'incisura sovrascapolare e quindi predispongano il soggetto alla neuropatia. Tuttavia, non ci sono evidenze a sostegno del fatto che queste possano aumentare la probabilità che si manifestino sintomi di SNES. Sono perciò necessari ulteriori studi per poter stabilire una correlazione tra la presenza di una o più di queste strutture e la manifestazione clinica dell'intrappolamento del nervo sovrascapolare.

Introduzione

La neuropatia del nervo sovrascapolare (suprascapular nerve entrapment syndrome – SNES) è una condizione clinica descritta per la prima volta da Thomas nel 1936 e in seguito da Thompson e Kopel nel 1959. Si pensa essere la causa dell'1-2% di tutti i casi di dolore alla spalla, con la prevalenza che aumenta e che può variare tra il 12% e il 33% negli atleti di sport overhead (Memon et al., 2018). Si manifesta spesso con l'atrofia di uno o più muscoli innervati da questo nervo, e con debolezza alla spalla, che può essere o meno accompagnata da dolore. L'eziologia è ancora incerta ma negli anni sono state proposte diverse teorie sulle possibili cause, di cui alcune prendono in considerazione l'attività sportiva specifica e il gesto tecnico che essa richiede, mentre altre si focalizzano sull'anatomia di alcune strutture che entrano in contatto con il nervo o comunque che possono modificare lo spazio dentro il quale decorre. In questo studio saranno analizzate proprio queste ultime, con l'obiettivo di stabilire una probabile correlazione tra la presenza di una variante anatomica e la predisposizione del soggetto alla SNES.

1. Anatomia

Il nervo sovrascapolare è un nervo misto del plesso brachiale, che origina dal tronco primario superiore e riceve fibre principalmente dalle radici C5 e C6, raramente anche da C4. Passa all'interno del triangolo posteriore del collo, delimitato anteriormente dallo sternocleidomastoideo, posteriormente dal trapezio e inferiormente dal terzo medio della clavicola. Si porta in basso, indietro e lateralmente, profondo al trapezio e all'omoioideo, fino a raggiungere la scapola. Decorre all'interno dell'incisura della scapola, una depressione posta lungo il margine superiore medialmente al processo coracoideo, e chiusa superiormente dal legamento trasverso superiore della scapola (LTSS). Insieme al nervo attraversano la regione sovrascapolare anche l'arteria e la vena sovrascapolare. In alcuni casi è presente anche il legamento coraco-scapolare anteriore (LCSA), teso trasversalmente tra i due margini ossei della scapola, nell'area compresa tra il bordo inferiore dell'incisura e il legamento trasverso superiore della scapola. All'interno della fossa sopraspinata, il nervo emette rami motori per il muscolo sovraspinoso. Qui riceve inoltre rami sensitivi, nocicettivi e propriocettivi, che innervano la parte posteriore della capsula gleno-omeroale, l'articolazione acromion-claveare, la borsa subacromiale e i legamenti coraco-omeroale e coraco-acromiale, oltre ad un'area variabile della cute soprastante queste strutture. Attraversa il pavimento della fossa sovrascapolare, dirigendosi poi verso il basso, e decorre lateralmente al margine laterale della spina della scapola, all'interno di un canale osteofibroso formato da quest'ultima e il legamento spinoglenoideo che, quando presente, va ad inserirsi sul bordo laterale della scapola e a volte anche nella capsula posteriore della glenomerale. Arriva infine nella fossa infraspinata per innervare a livello motorio il muscolo infraspinato.

2. Varianti anatomiche

Le varianti anatomiche sono un fenomeno spesso incontrato in letteratura, in cui alcuni casi sono stati descritti in maniera esaustiva mentre molti altri vengono tuttora riportati per la prima volta. Si può dire che in linea teorica ogni struttura del nostro corpo possa presentarsi in maniera diversa, entro certi limiti, rispetto alla descrizione più comune che troviamo nei libri di anatomia, ma ciò non la rende anormale né tanto meno patologica. Sono state identificate varianti nella struttura, nelle inserzioni e nell'innervazione dei muscoli, nel pattern di ramificazione e nella posizione dei vasi sanguigni, ed anche nell'anatomia delle ossa degli arti superiore e inferiore, in particolare nella presenza di piccole ossa accessorie. L'importanza di prendere in considerazione le varianti anatomiche è basata sul fatto che esse rappresentano una variazione della normale presentazione del quadro clinico, e come tali solitamente non richiedono alcuna attività terapeutica. Tuttavia, possono far sorgere dilemmi diagnostici o rendere il paziente sintomatico in certe condizioni. In questo studio sono riportate la descrizione morfologica e l'analisi epidemiologica delle varianti anatomiche che è possibile trovare nella regione sovrascapolare e nell'incisura spinoglenoidea, secondo la letteratura. In particolare, vengono analizzate la forma dell'incisura sovrascapolare, la forma e le inserzioni dei vari legamenti e il decorso dei vasi sanguigni. Si cerca inoltre di valutare come ciascuna variante possa influenzare lo spazio disponibile per il passaggio del nervo sovrascapolare, in quanto all'interno dei canali osteofibrosi delle incisure sovrascapolare e spinoglenoidea un'eccessiva pressione sul nervo dovuta ad uno spazio insufficiente può facilitare il manifestarsi di una neuropatia da intrappolamento.

2.1 Incisura sovrascapolare

Sono state descritte diverse classificazioni dell'incisura sovrascapolare in base alla forma o a diversi parametri. Rengachary et al. nel 1979 classifica l'incisura in 6 tipi (Fig. 1):

- 1) bordo superiore della scapola che presenta una larga depressione dall'angolo supero-mediale alla base della coracoide;
- 2) larga incisura a forma di "V", con l'angolo smussato, che occupa circa un terzo del bordo superiore della scapola;
- 3) incisura simmetrica e a forma di "U" con i margini laterali pressoché paralleli;
- 4) incisura molto piccola e a forma di "V". Spesso in questo tipo è visibile una fossetta poco profonda dentro la quale passa il nervo sovrascapolare;
- 5) molto simile al tipo 3, con l'ossificazione parziale della parte mediale del legamento;
- 6) legamento completamente ossificato, risultante in un forame osseo di misura variabile, localizzato infero-medialmente alla base del processo coracoideo.

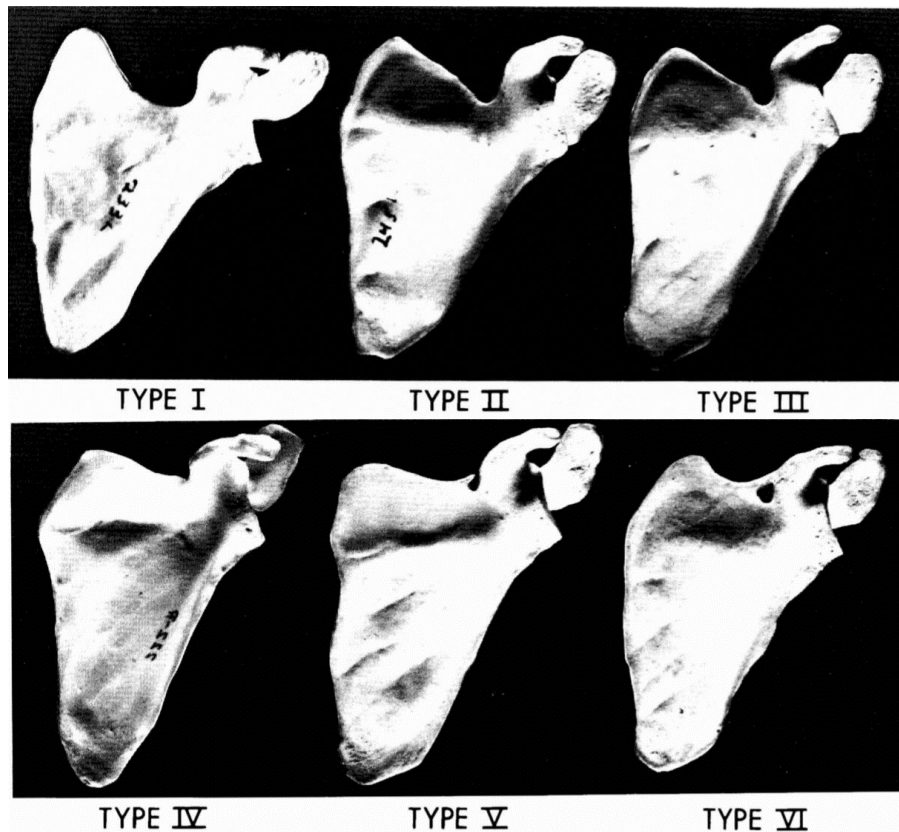


Figura 1. Classificazione dell'incisura sovrascapolare (Rengachary et al., 1979)

Questa classificazione si basa essenzialmente sulla forma dell'incisura, e sull'eventuale stato di ossificazione del legamento trasverso superiore. Entrambi i fattori vengono ripresi dalle classificazioni successive.

Nel 2007 Natsis et al. descrivono 5 tipi di incisura, che si differenziano in base alla forma e alle misure del diametro trasverso (DT) e del diametro verticale (DV):

- 1) scapola senza incisura
- 2) incisura con $DT > DV$
- 3) incisura con $DV > DT$
- 4) scapola con forame sovrascapolare completamente ossificato
- 5) scapola che presenta sia un'incisura che un forame

Inoltre, secondo gli autori, in qualunque tipo morfologico si può trovare un'incisura a forma di "U" o a forma di "V".

Un'altra importante classificazione la ritroviamo nello studio di Polguy et al. del 2011, basata su parametri quali MP (massima profondità, cioè il massimo valore della distanza longitudinale presa sul piano verticale tra la linea immaginaria che congiunge gli angoli superiori dell'incisura e il punto più profondo dell'angolo inferiore), DTS (diametro trasverso superiore, o valore massimo della misura orizzontale tra gli angoli dell'incisura del bordo superiore della scapola) e DTM (diametro trasverso medio, cioè il valore della misura orizzontale tra le pareti ossee dell'incisura a livello della metà della MP e perpendicolare ad essa). Anche in questo caso vengono descritti 5 tipi:

- 1) incisura con $MP > DTS$;
- 2) incisura con $MP = DTS$;
- 3) incisura con $MP < DTS$;
- 4) incisura con forame osseo;
- 5) incisura assente.

Infine, l'ultima classificazione in ordine cronologico ci viene proposta da Zhang et al. nel 2019, in cui l'incisura sovrascapolare viene divisa in 7 tipi: tipo I – incisura a forma di "√", tipo II – a forma di "U", tipo III – a forma di "V", tipo IV – a forma di "O", tipo V - a forma di "O", tipo VI – a forma di "W", tipo VII – a forma di "doppia O".

2.2 Legamento trasverso superiore della scapola

Tra le varianti anatomiche della regione sovrascapolare troviamo anche diverse forme del legamento che chiude superiormente l'incisura. La prima classificazione di questo legamento viene fornita dallo studio di Bayramoglu et al. (2003), che descrive 4 tipi di LTSS: "fan-shaped", "fan-shaped" associato alla presenza del legamento coraco-scapolare anteriore, bifido e calcificato. È una classificazione qualitativa, non tiene conto delle misure precise del legamento nel classificarlo. Gli studi su cadavere successivi hanno mostrato però che questa classificazione presenta diverse imprecisioni: innanzitutto bisogna distinguere i LTSS "fan-shaped" da quelli "band-shaped", che qui erano compresi nel primo gruppo ma in realtà hanno caratteristiche diverse; inoltre non ha senso includere in un solo gruppo il LCSA, in quanto questo può essere presente come legamento accessorio a prescindere dal tipo di LTSS. Infine lo stesso discorso vale per il tipo 4, poiché possiamo trovare un legamento calcificato di qualsiasi gruppo. Polgaj et al. (2013a) pubblicano uno studio in cui viene proposta una nuova classificazione di questo legamento, più precisa della precedente, ma questa volta vengono descritti solo 3 tipi: secondo gli autori, infatti, il LTSS può essere "fan-shaped", "band-shaped", o bifido (Figura 2).

Recentemente invece è stata pubblicata un'ulteriore classificazione (Long et al., 2019), che descrive le caratteristiche dei LTSS riscontrati nelle dissezioni di cadaveri, in base a diverse misure quali: larghezza mediale (LM, misura longitudinale del legamento tra il margine superiore e inferiore nella sua inserzione mediale), larghezza laterale (LL, misura nell'inserzione laterale del legamento) e larghezza media del legamento. Sono stati trovati in questo modo 6 tipi di LTSS:

- 1) "band-shaped": $LM/LL \leq 2$
- 2) "fan-shaped": $2 < LM/LL \leq 5$
- 3) Triangolare: $LM/LL > 5$
- 4) Lineare: larghezza media inferiore a 2 mm
- 5) Bifido
- 6) Assenza di LTSS

Non vengono neanche qui inseriti né il LCSA né il legamento ossificato proprio perché la loro presenza non dipende dalla morfologia del LTSS.

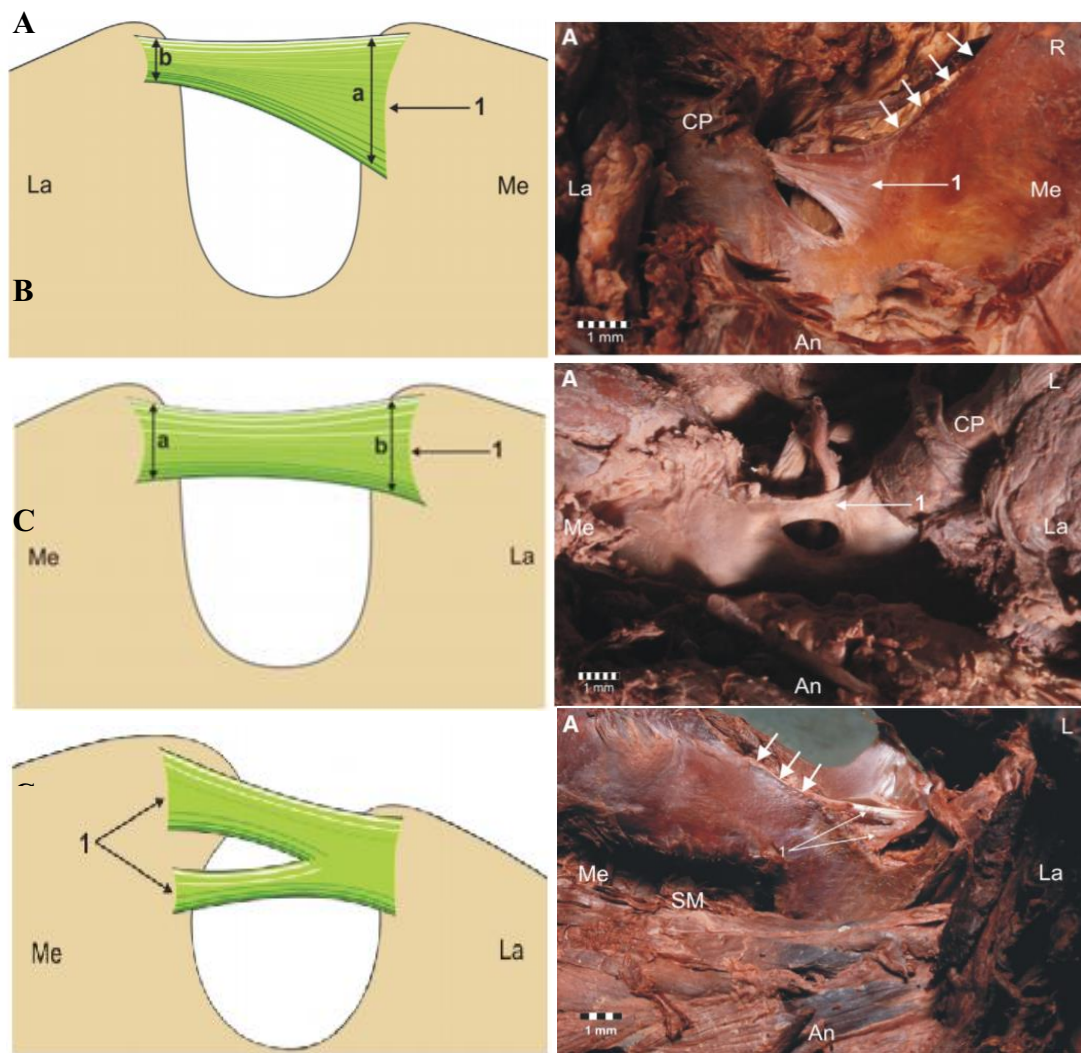


Figura 2. Classificazione del LTSS (Polguy et al., 2013a)

A: “fan-shaped”; B: “band-shaped”; C: bifido

2.3 Legamento coraco-scapolare anteriore

Il legamento coraco-scapolare anteriore, come suggerisce il nome, è un legamento indipendente che si estende sulla parte anteriore dell’incisura scapolare, sotto al legamento trasverso superiore della scapola. Non è sempre presente, e la sua incidenza riportata dagli studi è molto variabile a seconda della popolazione analizzata.

È stato descritto per la prima volta da Avery et al. nel 2002: gli autori lo hanno proposto come un altro fattore di rischio per la neuropatia da intrappolamento del nervo sovrascapolare, dal momento che divideva in due parti l’area compresa tra l’incisura della scapola e il LTSS e riduceva quindi lo spazio disponibile per il passaggio del

nervo. In letteratura troviamo una classificazione del LCSA in 4 tipi (Polguy et al., 2013c) in base a LM e LL (Figura 3):

- 1) “fan-shaped”: $LL/LM \geq 2$
- 2) “band-shaped”: $LL/LM < 2$
- 3) Bifido: si estende medialmente con due bande fibrose indipendenti che si attaccano separatamente sul bordo mediale dell’incisura e hanno un’inserzione distale comune sul bordo laterale
- 4) Vestigiale: costituito da una sottile banda che decorre sul bordo inferiore dell’incisura

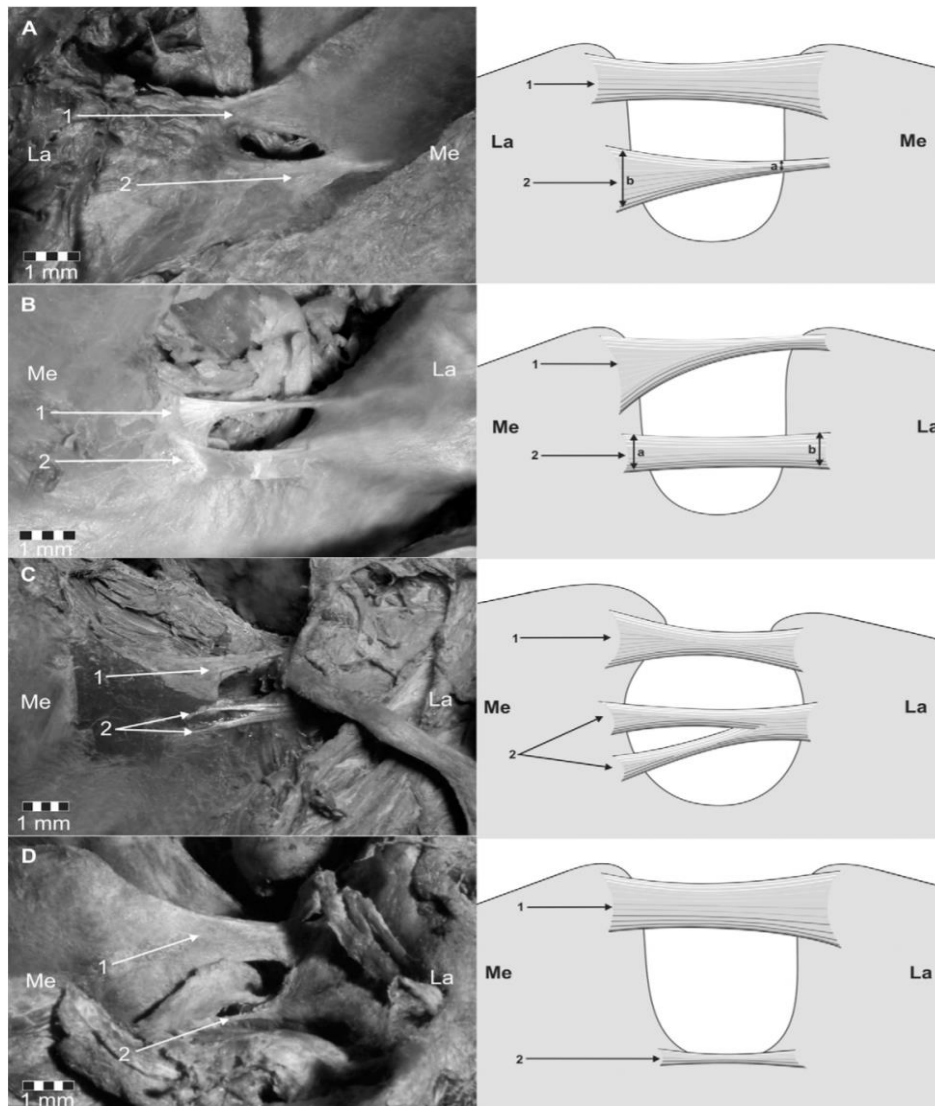


Figura 3. Classificazione del LCSA (Polguy et al., 2013c)
 A: “fan-shaped”; B: “band-shaped”; C: bifido; D: vestigiale

2.4 Vasi

La conformazione anatomica più comune vede l'arteria e la vena sovrascapolare passare sopra il LTSS, a differenza del nervo che invece decorre sotto di esso. Sappiamo però che ci possono essere casi in cui l'arteria decorre insieme al nervo sotto al LTSS; in un caso documentato si parla anche di una doppia arteria, di cui una segue il decorso classico mentre un'arteria accessoria passa all'interno dell'incisura con il nervo (Chen & Adds, 2011). La vena solitamente origina dalla fossa infraspinata, entra nella fossa sopraspinata attraverso l'incisura spinoglenoidea e si dirige superiormente insieme all'arteria. In letteratura sono però riportate diverse varianti, che prevedono ad esempio il passaggio di una o di entrambe queste strutture assieme al nervo sotto al legamento, andando ad occupare parte dello spazio in cui passa il nervo. Viene anche descritta in alcuni casi la presenza della vena dell'incisura sovrascapolare, che origina dalle vene che emergono direttamente dal forame osseo sulla parte anteriore della scapola, o dalle vene che decorrono sotto la fascia del muscolo sottoscapolare. Questa vena, che viaggia in direzione antero-posteriore, attraversa l'incisura in direzione opposta rispetto alla vena sovrascapolare. È importante specificare che non è una variante della vena sovrascapolare ma una struttura a sé stante, in quanto possono essere entrambe presenti. Yang et al. nel 2012 classificano in questo modo i possibili tipi morfologici delle strutture vascolo-nervose riscontrabili a livello dell'incisura sovrascapolare (Figura 4):

- 1) Tutti i vasi passano sopra il legamento o il ponte osseo, solo il nervo si trova all'interno del canale dell'incisura;
- 2) I vasi passano sopra e sotto il legamento. Di questo tipo fanno parte 4 sottogruppi:
 - a) L'arteria e una o più vene attraversano l'incisura sopra il LTSS, un'altra vena passa sotto di esso;
 - b) L'arteria e la vena passano sotto il LTSS, un'altra vena passa sopra;
 - c) L'arteria passa sopra mentre la vena decorre insieme al nervo;
 - d) L'arteria decorre insieme al nervo mentre la vena passa sopra il LTSS.
- 3) Tutti i vasi passano sotto al legamento o al ponte osseo insieme al nervo.

Un'altra classificazione ci viene fornita da Polguy et al. in uno studio del 2015, in cui vengono descritti 4 tipi di conformazioni dei vasi sovrascapolari:

- 1) L'arteria decorre sopra il LTSS, mentre vena e nervo sotto;

- 2) Solo il nervo passa all'interno dell'incisura, arteria e vena passano sopra;
- 3) Tutti e 3 decorrono all'interno dell'incisura;
- 4) Tutte le altre varianti anatomiche, cioè quelle che presentano vene sovrascapolari accessorie, e i casi in cui una o più di queste strutture analizzate passano sotto il legamento coraco-scapolare anteriore.

È l'ultima classificazione in ordine cronologico che troviamo in letteratura riguardo queste varianti, ed è anche la più completa in quanto tiene conto del LCSA.

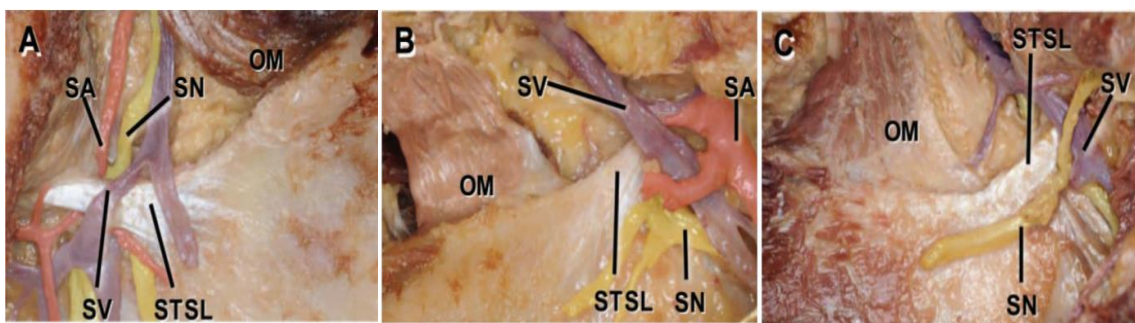


Figura 4. Classificazione dei vasi della regione sovrascapolare (Yang et al., 2012)

A: tipo 1; B: tipo 2; C: tipo 3

2.5 Legamento spinoglenoideo

Chiamato anche legamento trasverso inferiore della scapola, il legamento spinoglenoideo è una struttura fibrosa che insieme alla spina della scapola costituisce il canale spinoglenoideo, dentro il quale decorre il nervo sovrascapolare, insieme ad arteria e vena sovrascapolare, prima di arrivare nella fossa infrapinata. Non è sempre presente, e la sua incidenza è variabile in letteratura. Viene classificato in diversi modi in base a forma e inserzione. Innanzitutto, nello studio di Won et al. (2014) viene descritto a volte come un legamento vero e proprio, altre volte come una membrana, mentre in alcuni casi coesistono sia un legamento che una membrana (Figura 4). Inoltre, in base alle dimensioni può essere a forma di banda, triangolare o irregolare. Tutti i legamenti trovati originano dal bordo laterale della spina della scapola e si inseriscono sul margine glenoideo posteriore, ma in alcuni casi si può trovare anche un'inserzione

sulla porzione inferiore dell'incisura spinoglenoidea o sulla capsula posteriore della gleno-omeroale.

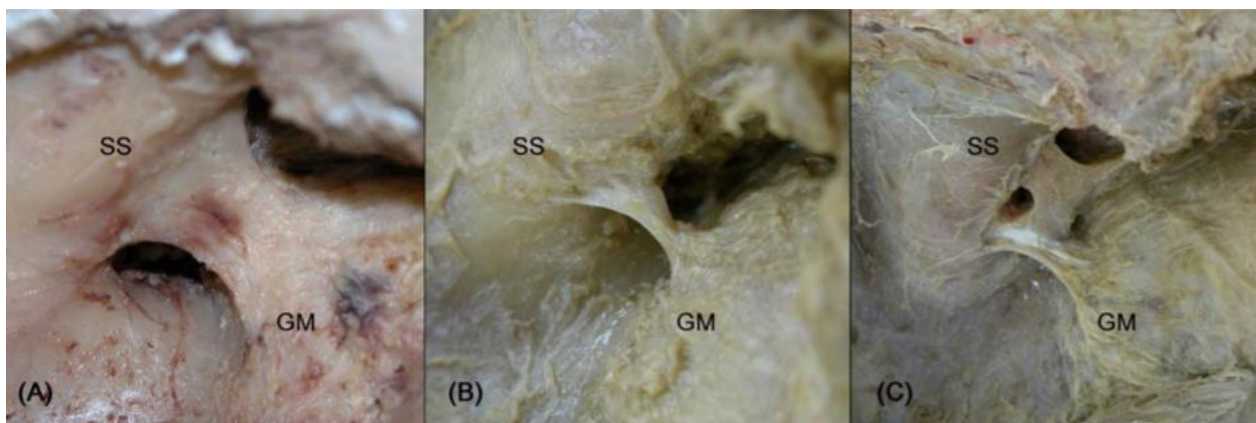


Figura 5. Classificazione del legamento spinoglenoideo (Won et al., 2014)

A: membrana; B: legamento; C: sia membrana che legamento

3. Patologia

Il nervo sovrascapolare può in alcuni casi venire compresso lungo il suo decorso, dando luogo ad una condizione conosciuta oggi come Sindrome da intrappolamento del nervo sovrascapolare (SNES).

Il punto in cui più frequentemente si verifica l'intrappolamento è l'incisura della scapola. Un problema di questo tipo si manifesta con una sofferenza del nervo che comporta un deficit di forza a carico di sovraspinoso e infraspinato, e dolore nella parte postero-laterale della spalla, in particolare nelle strutture innervate dal sovrascapolare.

Il secondo punto in cui il nervo è soggetto a intrappolamento è il canale osteofibroso formato da spina della scapola e legamento spinoglenoideo. In questo caso i soggetti colpiti sono solitamente asintomatici, ma presentano un deficit dell'infraspinato, spesso accompagnato da marcata ipotrofia dello stesso, visibile anche ad occhio nudo (si può notare infatti in alcuni casi una depressione sotto il margine inferiore della spina della scapola).

Si ipotizza che tutto ciò che comporti un restringimento dello spazio per il passaggio del nervo in uno di questi punti possa predisporre il soggetto alla neuropatia.

4. Materiali e metodi

4.1 Obiettivo

Lo studio pone come obiettivo quello di valutare se e in che modo le varianti anatomiche della scapola e delle strutture ad essa connesse possano causare o predisporre alla neuropatia del nervo sovrascapolare nella popolazione generale. Vengono quindi presi in considerazione i vari tipi morfologici di incisura della scapola, legamento trasverso superiore della scapola, legamento coraco-scapolare anteriore, arteria e vena sovrascapolare e legamento spinoglenoideo, e si osserva come questi influenzano la superficie dello spazio disponibile per il passaggio del nervo sovrascapolare.

4.2 Strategia di ricerca

Per questo studio è stata condotta una ricerca della letteratura nel database elettronico PubMed per identificare gli studi idonei alla revisione. La strategia di ricerca utilizzata era mirata a raggiungere un'alta sensibilità dei risultati e identificare tutti gli studi rilevanti. I termini della ricerca includevano suprascapular nerve, suprascapular neuropathy, suprascapular notch, spinoglenoid notch, anatomical variations, variable morphology. Non sono state inserite restrizioni temporali. Nella ricerca sono stati presi in considerazione tutti i tipi di studi, ma solo studi osservazionali e case reports sono stati inclusi poi nella revisione. Inoltre, sono state ricercate le referenze degli articoli inclusi per identificare studi aggiuntivi adatti per l'inclusione nella revisione.

4.3 Criteri per la selezione degli studi

Gli studi sono stati giudicati adatti ad essere inclusi nella revisione se rispettavano i seguenti criteri: 1) riportavano dati epidemiologici o misure di una o più strutture inerenti al contesto; 2) fornivano descrizioni chiare dei ritrovamenti anatomici; 3) erano studi che utilizzavano tecniche di imaging (TC o ecografia), studi condotti su cadavere o studi che riportavano dei ritrovamenti su pazienti durante interventi chirurgici. I criteri

di esclusione erano invece: 1) presenza di dati non chiari; 2) articoli scritti non in lingua inglese.

4.4 Classificazione delle varianti e estrazione dei dati

Per descrivere l'incidenza delle varianti anatomiche delle strutture presenti nella regione sovrascapolare e spinoglenoidea e la loro morfologia sono state prese in considerazione le principali classificazioni degli autori e i dati disponibili presenti negli studi inclusi. Poiché le definizioni anatomiche delle varianti differivano in alcuni casi tra le classificazioni degli autori, queste sono state esaminate in ciascuno studio al fine di trovare dei dati in comune e trarre dei risultati coerenti con la letteratura disponibile.

5. Risultati

Alla fine della selezione sono stati inclusi 42 studi. Sono stati analizzati i dati riguardanti le varianti anatomiche ottenuti, al fine di descrivere le principali caratteristiche delle strutture presenti nella regione sovrascapolare e spinoglenoidea.

La classificazione dell'incisura sovrascapolare non viene influenzata da altri fattori quali la forma del LTSS, la presenza del LCSA o le varianti del decorso dei vasi, in quanto viene studiata su cadavere rimuovendo i tessuti molli che ne possono ostacolare l'analisi, o in vivo con immagini che permettono di studiare solo il tessuto osseo. Solo un eventuale legamento calcificato può influenzare la classificazione, in quanto trasforma l'incisura in un forame, con possibili conseguenze negative sul nervo che verranno discusse più avanti.

L'incisura sovrascapolare solitamente costituisce un canale per il passaggio del nervo sovrascapolare, ma sappiamo che in alcuni casi può essere assente. Nella classificazione di Rengachary et al. (1979) il tipo 1 raggruppa tutte le scapole che presentano sul bordo superiore una larga depressione, che non può considerarsi una vera e propria incisura; inoltre alcune classificazioni successive (Natsis et al., 2007; Polguy et al., 2011) riportano la descrizione di una variante morfologica di scapola con incisura assente. Si è visto che l'incidenza di una scapola senza incisura varia solitamente tra l'8% e il 21% circa (Rengachary et al., 1979; Natsis et al., 2007; Polguy et al., 2011; Polguy et al., 2013d; Sangam et al., 2013; Kannan et al., 2014), ad eccezione di uno studio di Kumar et al. (2014) che riporta il 32%.

Per quanto riguarda la forma, invece, due sono le principali descritte in letteratura: le incisure a "U" e quelle a "V". Rengachary et al. (1979) propongono una classificazione qualitativa di queste: secondo gli autori si parla di tipo 2 se la scapola presenta un'incisura a "V" larga, mentre si considera di tipo 4 se invece è molto piccola; le incisure di tipo 3 e 5 sono invece a forma di "U", con le ultime che presentano anche un LTSS parzialmente ossificato. I dati forniti dagli autori di questo studio e di altri che hanno ripreso la stessa classificazione (Sangam et al., 2013; Kannan et al., 2014) sono riportati nella Tabella 1.

	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
Rengachary et al. 1979	31%	48%	3%	6%
Sangam et al. 2013	9%	60%	3%	8%
Kannan et al. 2014	10%	52%	4%	4%

Tabella 1. Incidenza delle incisure sovrascapolari a “U” e a “V” trovate secondo i tipi proposti da Rengachary et al. (1979)

Inoltre, insieme alla classificazione morfologica, vengono riportate le misure ritrovate nelle scapole analizzate, per i tipi 2, 3 e 4. È risultato che la superficie dell’incisura sovrascapolare era in media 122.75 mm² per il tipo 2, 96.75 mm² per il tipo 3 e 51.95 mm² per il tipo 4. Nelle scapole di tipo 4 l’incisura era dunque mediamente più piccola rispetto alle altre, con una differenza significativa soprattutto in confronto al tipo 2. Anche le altre misure, ovvero MP, DTM e DTS, erano inferiori nel tipo 4 rispetto agli altri gruppi, ma spesso in maniera poco significativa.

Molti più studi hanno semplicemente classificato la forma delle scapole in esame in base al fatto che fossero a “U” o a “V”: in media sono riportati valori tra il 62% e il 77% per quantificare l’incidenza delle scapole a “U”, mentre la forma a “V” è presente in media tra il 23% e il 37% (Rengachary et al., 1979; Ticker et al., 1998; Bayramoğlu et al., 2003; Duparc et al., 2010). Kumar et al. (2014) invece forniscono dati inferiori agli altri: il 51.5% per le incisure a “U”, solamente il 3% circa per quelle a “V”. La spiegazione di questi dati non in linea con i precedenti potrebbe essere data dal fatto che in questo studio viene riportato il più alto numero di scapole senza incisura. Sono però state descritte altre forme di incisura sovrascapolare: Zhang et al. (2019) hanno analizzato la forma delle scapole trovate in una popolazione cinese, e le hanno classificate in 6 gruppi, di cui alcuni non erano mai stati descritti in letteratura.

La forma dell’incisura viene anche classificata quantitativamente tenendo conto di alcune misure come il diametro verticale (DV), il diametro trasverso superiore (DTS) e il diametro trasverso medio (DTM). Nello studio di Natsis et al. (2007) viene riportato che il 41.85% delle scapole ha il DTM maggiore del DV, e in un altro 41.85% invece il DV è più grande del DTM. Kumar et al. (2014), secondo la stessa classificazione,

trovano che nel 50% delle incisure è maggiore il DTM, ma solo il 7.8% ha il DV maggiore. Polguy et al. (2011) invece tengono in considerazione il DTS e il DV, classificando le scapole in questo modo: tipo 1 – DV>DTS, tipo 2 – DV=DTS, tipo 3 – DV<DTS. Altri due studi (Polguy et al., 2013d; Sangam et al., 2013) riportano i dati ottenuti seguendo questa classificazione: tutti questi vengono riassunti nella Tabella 2.

	DV>DTS	DV=DTS	DV<DTS
Polguy et al. 2011	24.4%	2.3%	54.7%
Polguy et al. 2013d	24.2%	1.9%	56.2%
Sangam et al. 2013	14.4%	5.8%	56.7%

Tabella 2. Incidenza dei tipi di incisura secondo la classificazione di Polguy et al. (2011)

Bisogna poi tenere conto dei casi in cui a causa della presenza di un LTSS calcificato, non si può parlare di una vera e propria incisura ma di un forame sovrascapolare. Questo corrispondeva al tipo 6 di incisura nella classificazione di Rengachary et al. (1979), al tipo 4 nella classificazione di Natsis et al. (2007) e al tipo 4 della classificazione di Polguy et al. (2011). In questi studi e in molti altri viene riportata l'incidenza molto variabile di un forame sovrascapolare completamente ossificato, che oscilla tra l'1.9% (Sangam et al., 2013) e il 26.7% (Duparc et al., 2010).

Inoltre, pochissimi casi in letteratura riportano l'esistenza di scapole che presentano sia un forame che un'incisura sovrascapolare. Tra questi troviamo lo studio di Natsis et al. (2007) questa variante anatomica viene classificata come tipo 5, che nel campione analizzato è presente nello 0.7%; un altro caso è invece lo studio di Polguy et al. (2013b) che riporta la presenza sia di forame che di incisura nello 0.6% delle scapole. Infine in un case report (Polguy et al., 2012a) si parla di un paziente con una scapola che presenta un doppio forame sovrascapolare: si è cercato di dare una possibile spiegazione alla formazione di questa variante, e sono state proposte la presenza di un LCSA calcificato, l'ossificazione di un LTSS bifido, l'ossificazione parziale di un LTSS trifido o

l'ossificazione di un LCSA bifido. È importante sottolineare che questo paziente non aveva segni di intrappolamento del nervo sovrascapolare.

La seconda struttura da analizzare è il legamento trasverso superiore della scapola. In tutti i casi presenti negli studi analizzati, il nervo passava sotto questo legamento (quando era presente).

La prima classificazione che troviamo in letteratura è quella di Bayramoğlu et al. (2003), in cui descrive i tipi di LTSS analizzati nel suo campione di riferimento. L'utilizzo di questa classificazione non è però riproducibile dal momento che non tiene conto delle misure del legamento ma il tipo dipende dalla presenza del LCSA, o dal fatto che il legamento sia bifido o ossificato. Più precisa è invece la suddivisione che viene fatta da Polguy et al. (2013a), che considerano in un gruppo i legamenti bifidi, mentre gli altri vengono suddivisi in base alla forma (tenendo conto delle misure precise della larghezza mediale e della larghezza laterale) in legamenti "fan-shaped" e "band-shaped". I primi si definiscono tali se la larghezza mediale è almeno il doppio di quella laterale, altrimenti si considera del tipo "band". Il fatto che un legamento sia calcificato non dipende dal tipo, perciò non è stato inserito in un gruppo aggiuntivo. Gli autori di questo studio riportano che il LTSS era a forma di "fan" nel 54.6% dei casi, a forma di "band" nel 41.9% mentre era bifido nel 3.5%.

Inoltre, viene analizzata la superficie della regione compresa tra l'incisura sovrascapolare e il legamento trasverso superiore in tutti i campioni, ed è stata calcolata la superficie media riscontrata in ogni tipo morfologico. La stessa cosa è stata fatta in uno studio successivo (Polguy et al., 2014), e i dati trovati in questi due studi sono messi a confronto nella Tabella 3.

	Fan-shaped	Band-shaped	Bifido
Polguy et al. 2013a	36.9	22.7	37.4
Polguy et al. 2014	49.1	34.4	Non trovati

Tabella 3. Superficie media dello spazio tra l'incisura sovrascapolare e il LTSS (mm²) in relazione al tipo di legamento

LTSS bifidi sono stati trovati nella maggior parte degli studi che analizzavano questa struttura, e si è visto che in alcuni casi questi avevano una inserzione comune medialmente, mentre altri lateralmente. La loro presenza viene solitamente riportata in percentuale con un numero che oscilla tra il 3.1% (Polguy et al., 2012b) e il 3.5% (Polguy et al., 2013a), tranne nello studio di Bayramoğlu et al. del 2003 in cui si parla del 15.6%. Nella maggior parte dei casi si è visto che il nervo sovrascapolare passava sotto entrambi i fasci del LTSS (Bayramoğlu et al., 2003; Polguy et al., 2012b), ma ci possono essere eccezioni come quella riportata da Ticker et al. (1998), che parla di un caso di LTSS bifido in cui il ramo motorio per il muscolo sovrascapolare del nervo sovrascapolare passa tra i due capi del legamento, mentre tutte le altre fibre del nervo passano sotto il capo inferiore. Ci sono anche pochissimi dati documentati in letteratura di un LTSS trifido, ad esempio come viene riportato da Ticker et al. (1998), che ha trovato un caso di questa variante anatomica in una scapola all'interno di un campione di 79 spalle. In questo caso il nervo passava sotto tutti e tre i fasci del legamento.

Un altro importante gruppo di LTSS, rilevante ai fini di questo studio, è quello che comprende i legamenti calcificati, che spesso sono stati considerati una probabile causa di intrappolamento del nervo. Dai vari studi analizzati si è visto che l'incidenza di un LTSS ossificato variava molto: Ticker et al. (1998) riportano un valore del 5%; Bayramoğlu et al. (2003) del 12.5%; Duparc et al. (2010) del 26.7%; Polguy et al. (2012b) del 6.2%; Polguy et al. (2014) del 5.4%.

Si deve poi tener conto di tutti gli studi che riguardano il forame sovrascapolare, in quanto questo è presente proprio nei casi in cui il LTSS è completamente ossificato. Inoltre a volte è possibile trovare un legamento parzialmente ossificato, descritto da Rengachary et al. (1979) nel tipo 5 della loro classificazione, trovato nel 6% delle scapole. In altri due studi vengono riportati valori simili per la presenza di questo tipo, in particolare il 5.8% (Sangam et al., 2013) e il 4% (Polguy et al., 2011). Un altro dato interessante è il fatto che in uno studio il LTSS "band" è stato trovato più spesso ossificato rispetto a quello "fan", in particolare circa 4% e 1% rispettivamente (Polguy et al., 2014).

Sempre qui viene messa a confronto la superficie media dell'area all'interno del forame sovrascapolare nei due tipi, ed è risultato che in media la superficie nei casi in cui il legamento era a forma di "band" era significativamente minore (34.37 mm²) rispetto

alle scapole con il LTSS a forma di “fan” (49.11 mm²). Anche il diametro verticale e il diametro trasverso del forame era mediamente maggiore in presenza del legamento “fan” (7.48 mm e 8.66 mm rispettivamente) piuttosto che nei casi in cui il legamento era “band” (7.1 mm e 5.66 mm).

Long et al. (2019) hanno proposto una nuova classificazione del LTSS, che viene stavolta suddiviso in 6 tipi morfologici, e riportano i casi trovati di ciascuno: tipo 1 – a forma di “band” (22%); tipo 2 – a forma di “fan” (54%); tipo 3 – di forma triangolare (10%); tipo 4 – lineare (4%); tipo 5 – bifido (2%); tipo 6 – legamento assente (2%). Il legamento era ossificato nel 6% dei casi. È stato trovato inoltre che la distanza tra il punto medio del margine inferiore del LTSS e il punto più profondo dell’incisura in media era differente a seconda del tipo di legamento: il valore medio per i tipi “band”, “fan” e triangolare era rispettivamente 6.0 mm, 5.0 mm e 3.1 mm. Non sono presenti altri studi in letteratura che classificano con questi criteri il LTSS, e poiché oltre a questo in nessuno è stato considerato un gruppo con il legamento di forma triangolare, non è possibile trarre conclusioni da questi dati al momento.

All’interno dell’incisura sovrascapolare, sotto al legamento trasverso superiore, è possibile in alcuni casi trovare un’altra struttura fibrosa, descritta per la prima volta nel 2002 (Avery et al.) e denominata legamento coraco-scapolare anteriore. Gli autori riportano la presenza di questo legamento nel 60% dei cadaveri analizzati, ma di questi nel 41% era bilaterale e nel 19% monolaterale; se si considera invece il numero di spalle allora il LCSA è stato trovato nel 50%. Il campione di questo studio però era troppo ristretto per poter fornire dati affidabili. L’incidenza del legamento negli studi presenti attualmente in letteratura è spesso simile al dato trovato nello studio citato in precedenza, infatti la maggior parte di questi riportano valori tra il 50% e il 52% (Polguy et al., 2012b; Polguy et al., 2013a; Polguy et al., 2013c; Podgórski et al., 2014a; Podgórski et al., 2015). Altri studi invece riportano valori come il 18.8% (Bayramoğlu et al., 2003), e il 32% (Gürses et al., 2015).

La forma del legamento viene classificata da Polguy et al. (2013c): in questo studio viene riportato che nella maggior parte dei casi il LCSA è a forma di “band” nel 62.8% dei casi, seguito dal tipo vestigiale (18.6%), dal tipo bifido (11.6%) e infine dal tipo a forma di “fan” (7%). Podgórski et al. (2015) riportano dati molto simili, mentre nello studio di Gürses et al. (2015) troviamo valori differenti. I risultati di questi ultimi 3 studi

a confronto tra di loro sono riassunti nella Tabella 4. Nei primi due la popolazione di campioni analizzati era più numerosa, perciò possiamo ritenere i dati ottenuti in questi studi più attendibili rispetto a quelli proposti nel terzo studio citato. In base alla letteratura presente al momento, si può quindi stabilire che la presenza di ciascun tipo di LCSA si aggira intorno al 7% per il tipo 1 (“fan”), 63% per il tipo 2 (“band”), 11% per il tipo 3 (bifido) e 19% per il tipo 4 (vestigiale).

	“fan”	“band”	bifido	vestigiale
Polguy et al. 2013c	7%	62.8%	11.6%	18.6%
Podgórski et al. 2015	7.7%	63.5%	9.6%	19.2%
Gürses et al. 2015	25%	68.7%	/	6.3%

Tabella 4. Incidenza dei vari tipi di LCSA (quando presente)

Si è cercato poi di analizzare come la presenza di questo legamento possa influenzare i parametri dello spazio tra l’incisura e il legamento trasverso superiore, andando a considerare ogni singolo tipo morfologico. Polguy et al. (2013c) nel campione da loro analizzato hanno trovato che in media l’area disponibile per il passaggio del nervo sovrascapolare era statisticamente minore nelle scapole che presentavano il LCSA, rispetto a quelle in cui era assente (i dati riportati erano rispettivamente $29 \pm 18.4 \text{ mm}^2$ e $33.06 \pm 18.93 \text{ mm}^2$). Nello studio di Polguy et al. (2013a) viene invece analizzata l’area dell’apertura sovrascapolare in presenza o meno del LCSA, per ogni tipo di legamento trasverso superiore. Per il LTSS di tipo “band”, l’area media era più piccola nei casi con il LCSA (19.7 mm^2) rispetto a quelli senza questa struttura (26.6 mm^2). Anche la distanza massima tra il punto medio del margine inferiore del LTSS e il punto medio del margine superiore del LCSA (o il punto più profondo dell’incisura nei casi in cui il LCSA non è presente) era inferiore nei casi con il legamento piuttosto che quelli in cui è assente, rispettivamente 4.1 mm e 4.7 mm, ma questa differenza può considerarsi insignificante a livello clinico. Nel caso di un LTSS “fan” invece, i valori nelle scapole con il LCSA erano simili a quelli nelle scapole senza il legamento (37.4 mm^2 e 36.1

mm²). Allo stesso modo la distanza massima tra LTSS e LCSA (o bordo superiore dell'incisura) variava di poco, 5.8 mm e 6.3 mm. Nelle scapole con il LTSS bifido invece le differenze dei due valori erano più significative, per quanto riguarda la superficie dell'apertura si parla di 25.2 mm² con il LCSA e 49.5 mm² senza, mentre la distanza massima media riportata era di 4.6 mm e 6.8 mm.

Nei casi in cui il LCSA è presente, il decorso più comune del nervo sovrascapolare è tra questo e il LTSS, ma in diversi casi è stato trovato il nervo decorrere sotto al LCSA. Avery et al. (2002) riportano che in 27 casi il nervo passava sempre sotto al legamento coraco-scapolare anteriore, Polguy et al. (2012b) hanno trovato questo decorso in 2 casi su 47, Polguy et al. (2013a) in 3 casi su 44, Polguy et al. (2013c) in 2 casi su 43. Bayramoğlu et al. (2003), Gürses et al. (2015) e Podgórski et al. (2015) riportano invece che il nervo passa tra il LTSS e il LCSA in tutti i casi.

È importante andare ad analizzare anche l'anatomia dei vasi che decorrono nella regione sovrascapolare. Nella conformazione più frequente, l'arteria e la vena sovrascapolare decorrono sopra del LTSS, fuori dall'incisura. In letteratura, però, sono riportate diverse varianti per queste strutture. L'arteria sovrascapolare è sempre presente in tutti gli studi analizzati, ma si è visto che in alcuni casi questa decorreva all'interno dell'incisura, dunque sotto al LTSS. La maggior parte degli studi che prendevano in considerazione questo aspetto hanno riportato percentuali molto basse: Tubbs et al. (2003) hanno trovato casi di arteria sovrascapolare che decorre sotto il legamento nel 2.5% del campione; Reineck et al. (2009) descrivono 3 casi di questo tipo osservati durante interventi di decompressione del nervo sovrascapolare, che gli autori hanno trovato nel 3% circa dei soggetti; Pyrgakis et al. (2013) riportano un'incidenza dell'1.6%; Podgórski et al. (2014b) del 3.3%. Altri riportano invece valori significativamente più alti, come nello studio di Yang et al. del 2012 (26.2%) e quello di Naidoo et al. del 2014 (20%).

In un solo caso è stata anche trovata una arteria sovrascapolare definita "accessoria" (Chen & Adds, 2011): il case report parla di questa struttura osservata in una dissezione di cadavere, in cui l'arteria sovrascapolare decorreva sopra il LTSS, mentre l'arteria accessoria decorreva insieme al nervo all'interno dell'incisura.

La vena sovrascapolare, proprio come l'arteria, in alcuni casi decorre insieme al nervo all'interno dell'incisura, come riportano Yang et al. (2012), secondo cui nel 13.1% dei

casi la vena decorre sotto al LTSS e nel 15.5% più vene passavano sia sopra che sotto il legamento, e Podgórski et al. (2014b) che hanno trovato la vena sovrascapolare decorrere all'interno dell'incisura nel 66.6% dei casi. Viene riportato in letteratura un solo caso di vena sovrascapolare assente (Pyrgakis et al., 2013). In diversi casi invece viene descritta la presenza di più vene sovrascapolari: Yang et al. (2012) hanno trovato una doppia vena sovrascapolare nel 19.4% dei casi, mentre nell'1.9% viene addirittura trovata una tripla vena; Podgórski et al. (2014b) hanno trovato una doppia vena in 15 scapole (25%), delle quali in 11 una vena decorreva sopra il LTSS e una sotto e negli altri 4 entrambe passavano all'interno dell'incisura; Polguy et al. (2015) riportano un'incidenza del 2.4%; Panagouli et al. (2019) hanno invece trovato un solo caso nel loro studio.

Oltre a vene sovrascapolari multiple, in letteratura si parla anche di un'altra vena che decorre in questa regione ma non è sempre presente, e viene descritta come vena dell'incisura sovrascapolare. Podgórski et al. (2014b) hanno trovato questa vena nel 58.3% delle spalle, e in 11 su 35 era doppia. La morfologia dei vasi e del nervo della regione sovrascapolare, in particolare il decorso di queste strutture all'interno dell'incisura o al di sopra del LTSS, viene classificata in diversi tipi prima da Yang et al. (2012) e in seguito da Polguy et al. (2015). Nella prima classificazione si fa una distinzione tra il caso in cui tutti i vasi passano sopra il legamento (tipo 1 – 59.4%), il caso in cui alcuni vasi passano sopra e altri passano sotto (tipo 2 – 29.7%), e il terzo caso, che prevede che tutti i vasi decorrono all'interno dell'incisura (tipo 3 – 10.9%). Il tipo 2 a sua volta viene diviso in 4 sottotipi: 2a (12 spalle su 30 del tipo 2), in cui l'arteria e una vena passano sopra il LTSS, e un'altra vena passa sotto; 2b (4 spalle su 30), in cui l'arteria e una vena passano sotto al legamento, mentre un'altra vena sopra di esso; 2c (3 spalle), in cui l'arteria passa sopra mentre la vena decorre all'interno dell'incisura; 2d (11 spalle), in cui l'arteria decorre sotto al LTSS insieme al nervo e la vena passa sopra al legamento. La seconda classificazione, invece, divide le possibili varianti morfologiche in 4 tipi: nel tipo 1 solo la vena decorre insieme al nervo, nel tipo 2 tutti i vasi passano fuori dall'incisura, nel tipo 3 decorrono tutti all'interno insieme al nervo, e infine il tipo 4 comprende tutte le altre possibili varianti. Un altro studio (Jeziarski et al., 2016) riprende questa classificazione e riporta la percentuale con cui si presenta ogni tipo. I risultati di questi ultimi due studi sono riportati nella Tabella 5.

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Polguy et al. 2015	61.3%	17%	12.3%	9.4%
Jeziarski et al. 2016	59.1%	19.3%	11.4%	10.2%

Tabella 5. Incidenza delle varianti morfologiche dei vasi della regione sovrascapolare, secondo la classificazione di Polguy et al. (2015)

L'ultima struttura da analizzare è il legamento spinoglenoideo, situato stavolta nell'incisura tra la spina della scapola e la parte posteriore della glena omerale. Anche questo non è sempre presente: Kaspi et al. (1988) hanno visto che il legamento è assente nel 28% dei casi; Ide et al. (2003) nel 18.3%; Won et al. (2014) nel 33.6%. Due studi (Demirkan et al., 2003; Plancher et al., 2005) hanno invece trovato il legamento in tutti i campioni analizzati.

Vari autori hanno riportato dati molto differenti sulle inserzioni: Demirkan et al. (2003) hanno trovato l'inserzione distale del legamento sul collo della scapola in 14 casi su 27, sulla capsula posteriore in 5 casi e negli altri 8 erano presenti entrambe le inserzioni. Plancher et al. (2005) in tutti i 56 casi analizzati hanno trovato che il legamento si inseriva sia sul margine posteriore della glena che sulla capsula gleno-omerale posteriore. Tra i casi in cui il legamento è presente nello studio di Ide et al. (2003), il 21.7% aveva la forma di un legamento vero e proprio mentre il 60% era simile ad una membrana. Won et al. (2014) invece suddividono il legamento in 3 tipi: a forma di banda (33.6%), di forma triangolare (15.5%) e irregolare (17.3%).

Ci sono inoltre due case report (Aiello et al., 1982; Kiss & Komar, 1990), trovati in una popolazione di soggetti sottoposti a decompressione del nervo sovrascapolare a livello dell'incisura spinoglenoidea, che riportavano un legamento ipertrofico.

6. Discussione

La SNES si manifesta solitamente a causa della compressione del nervo sovrascapolare contro una struttura rigida lungo il suo decorso. In una recente revisione (Bozzi et al., 2020) si fa una distinzione tra una compressione primaria, dovuta a un intrappolamento dinamico del nervo, e una compressione secondaria, dovuta cioè a una serie di fattori che comprendono: strutture o neoformazioni che occupano lo spazio per il passaggio del nervo, condizioni traumatiche, disordini post-traumatici, condizioni sistemiche e condizioni iatrogene. Lo sviluppo della neuropatia a causa di una o più delle varianti anatomiche analizzate in questo studio è un esempio di compressione secondaria.

Il tipo di incisura sovrascapolare potrebbe essere un aspetto rilevante per la SNES. Ticker et al. (1998) hanno ipotizzato che un'incisura a "V" possa aumentare il rischio di neuropatia a causa dello scorrimento del nervo sul punto più profondo dell'incisura, contro il margine superiore della scapola. Questa teoria è stata però smentita nello studio di Duparc et al. (2010) in cui viene sottolineato il fatto che nelle scapole con incisura a "V", nel punto più profondo dell'incisura tra il margine osseo e il nervo giace uno strato di tessuto fibroso, che potrebbe ridurre l'attrito tra le due strutture. Perciò, secondo gli autori, sarebbe sbagliato pensare che l'incisura possa provocare una lesione al nervo per questo motivo. Rengachary et al. (1979) hanno trovato che nel tipo 4 della loro classificazione, ovvero quell'incisura a forma di "V" molto stretta, l'area per il passaggio del nervo è in media significativamente minore rispetto agli altri tipi. Sono stati utilizzati poi altri parametri per misurare la grandezza dell'incisura, e si è visto che nel tipo 4 sono tutti mediamente minori. Anche i dati riportati da Kannan et al. (2014) sembrano confermare questi risultati, e stavolta la differenza tra le varie misure per il tipo 4 rispetto agli altri tipi è più significativa. Si può dedurre quindi che è probabile che un'incisura a "V" molto stretta (presente nel 3-4% delle scapole) possa aumentare il rischio di neuropatia, non a causa dello scorrimento del nervo sul margine della scapola ma per il ridotto spazio disponibile per il suo decorso. Una classificazione più precisa e completa delle precedenti ci viene fornita da Zhang et al. (2019): data la sua recente pubblicazione, non è stata mai utilizzata finora per rilevare dati sulle varianti

dell'incisura sovrascapolare, perciò al momento non ci fornisce nuove indicazioni ma potrebbe essere utile per i prossimi studi che verranno condotti sull'argomento.

La letteratura sembra essere più chiara invece per quanto riguarda la correlazione tra il rischio di intrappolamento del nervo sovrascapolare e il tipo di legamento trasverso superiore. Dagli studi di Polguy et al. (2013a) e Polguy et al. (2014) si evince che l'area dell'incisura tra il margine superiore della scapola e il LTSS è in media inferiore nei casi in cui il legamento è a forma di "band" rispetto a quelli in cui è a forma di "fan".

Non ci sono evidenze a sostegno del fatto che un LTSS con bande multiple possa aumentare il rischio di compressione del nervo sovrascapolare.

Il LTSS calcificato invece sembra essere una delle varianti anatomiche più importanti in quanto a correlazione con l'intrappolamento del nervo. L'incidenza di questa struttura non è ancora ben definita, oscilla infatti tra l'1.9 % trovato da Sangam et al. (2013) e il 26.7% (Duparc et al., 2010). Diversi autori sostengono che la presenza del forame sovrascapolare, che si forma come conseguenza della calcificazione del LTSS, possa essere considerata causa di SNES (Bayramoğlu et al., 2003; Polguy et al., 2013a). Tubbs et al. (2013) in tutti i casi studiati su cadavere in cui il LTSS era ossificato, hanno riscontrato segni di intrappolamento del nervo a livello dell'incisura sovrascapolare; non sappiamo però se quei soggetti avessero mai sviluppato sintomi. Polguy et al. (2014) hanno trovato che il LTSS "band" è più spesso ossificato rispetto a quello "fan", e soprattutto l'area del forame che si viene a formare è mediamente minore nei casi in cui il legamento è a forma di "band". Rengachary et al. (1979) per primi hanno parlato di un fenomeno denominato dagli stessi "sling effect": secondo gli autori, durante i movimenti di spalla il nervo viene spinto contro il margine inferiore del legamento, che nei casi in cui questo è ossificato può determinare una serie di traumi che favoriscono l'insorgere della neuropatia. Anche questa ipotesi però non è coerente con quanto riportato nello studio di Duparc et al. (2010).

Il ruolo del legamento coraco-scapolare anteriore è ancora molto discusso. Si può dire, in base ai dati che abbiamo al momento, che esso sia presente in circa la metà dei casi e, quando presente, nel 63% circa è a forma di "band". Avery et al. (2002) e Bayramoğlu et al. (2003) hanno trovato che il LCSA riduceva lo spazio disponibile per il passaggio del nervo, aumentando dunque il rischio di intrappolamento. Tuttavia, gli autori hanno ipotizzato ciò a seguito di osservazioni qualitative, e uno studio successivo Polguy et al.,

2013d), tramite una valutazione quantitativa delle misure di queste strutture, sottolinea il fatto che la differenza tra l'area delle incisure in cui è presente il LCSA e quelle in cui non è presente non è rilevante. Inoltre, viene anche proposta la teoria secondo cui, tenendo conto dello "sling effect", il LCSA potrebbe fungere da supporto per il nervo, che in questo modo non entra in contatto con la superficie più rigida del bordo dell'incisura durante i movimenti della spalla. Ovviamente, questo discorso vale solo per i casi in cui il nervo decorre sopra il LCSA, anche se il nervo passa sotto di esso solamente in poche eccezioni documentate.

Per quanto riguarda invece i vasi che decorrono nella regione sovrascapolare, anche questi sono soggetti a diverse varianti. Come possiamo notare nelle classificazioni di Yang et al. (2012) e di Polguy et al. (2015), sebbene nella maggior parte dei casi questi passino sopra il LTSS, si possono distinguere diverse morfologie in base al fatto che uno o più vasi decorrano insieme al nervo all'interno dell'incisura. Nello studio di Polguy et al. (2015) è stata classificata la triade costituita da nervo, arteria e vena sovrascapolare in 3 tipi: è stato trovato che nel tipo 3, ovvero quello in cui tutte e tre le strutture decorrono sotto al LTSS, l'area disponibile per il passaggio del nervo è statisticamente minore se paragonato agli altri tipi, perciò potrebbe essere quello che più di tutti aumenta il rischio di intrappolamento del nervo.

Nello specifico, è interessante andare a valutare l'influenza dell'arteria sovrascapolare sul nervo: sappiamo che questa decorre in pochi casi all'interno dell'incisura, poiché solitamente decorre sopra al LTSS. Reineck et al. (2009) hanno trovato 3 casi di questo tipo tra i pazienti sottoposti a intervento chirurgico di decompressione del nervo sovrascapolare: gli autori riportano perciò un'incidenza del 3% circa di questo decorso dell'arteria tra tutti i casi in cui era presente a livello clinico una SNES. Sono state proposte alcune teorie che ipotizzano un coinvolgimento dell'arteria nella neuropatia. La prima, presente nello studio di Ringel et al. (1990), riguarda soprattutto gli sportivi: secondo gli autori, le estreme velocità angolari che si raggiungono e le forze generate durante un gesto sportivo come il lancio nel baseball potrebbe comportare un rapido allungamento del nervo e dell'arteria (quando questa decorre sotto al legamento trasverso superiore). Oltre che danneggiare direttamente gli assoni del nervo, questo potrebbe provocare la formazione di microtrombi e il danno dell'intima dell'arteria sovrascapolare. Di conseguenza, se questi emboli vengono intrappolati nei vasa

nervorum, il nervo può andare incontro a progressiva atrofia ischemica. Secondo Tubbs et al. (2003), invece, la presenza dell'arteria sovrascapolare sotto il LTSS potrebbe provocare una lesione al nervo, già fragile per l'attrito a cui è soggetto durante lo scorrimento all'interno dell'incisura, a causa della pressione sanguigna che esercita una compressione su di esso.

Un altro vaso sanguigno da tenere in considerazione ai fini di questo studio è la vena dell'incisura sovrascapolare, un struttura a parte rispetto alla vena sovrascapolare, descritta da Podgórski et al. (2014b) e trovata nel 58% circa dei casi. Viene riportato che decorrendo all'interno dell'incisura questa va a diminuire l'area disponibile per il passaggio del nervo, tuttavia la differenza non è assolutamente rilevante per gli autori. Al contrario, propongono l'idea che questa possa proteggere il nervo da una compressione, allo stesso modo del LCSA. Infatti, le pareti lisce della vena, che decorre lungo il pavimento osseo dell'incisura, potrebbero proteggere il nervo quando questo viene spinto contro il bordo dell'incisura.

A livello dell'incisura spinoglenoidea invece la struttura più rilevante per quanto riguarda la compressione del nervo sovrascapolare è il legamento omonimo, anche se il suo ruolo nella SNES non è ancora chiaro. Tra le cause di intrappolamento del nervo a questo livello abbiamo la presenza di un legamento spinoglenoideo ipertrofico, trovato da Aiello et al. (1982) e da Kiss e Komar (1990), tra i pazienti con diagnosi di SNES e sottoposti ad intervento di decompressione del nervo tramite recisione del legamento. È stato poi ipotizzato che nei casi in cui il legamento si inserisce sulla capsula posteriore della gleno-omerale, il movimento della spalla potrebbe esercitare una trazione sul legamento che provoca la compressione del nervo contro la spina della scapola (Aiello et al., 1982). Tuttavia, Won et al. (2014) nel loro studio riportano che all'interno del canale spinoglenoideo il nervo, l'arteria e la vena sovrascapolare decorrono in uno spazio sufficientemente ampio, per cui secondo gli autori difficilmente si può attribuire a queste strutture o al legamento spinoglenoideo la causa dell'intrappolamento del nervo, se non in casi particolari. Al momento non sono presenti in letteratura studi che parlano di una possibile correlazione tra una specifica forma di legamento spinoglenoideo e la compressione del nervo sovrascapolare.

Conclusioni

Questa revisione rappresenta un tentativo di approfondimento dell'anatomia per la comprensione delle cause di un problema clinico come la sindrome da intrappolamento del nervo sovrascapolare.

Lo studio presenta però dei limiti: la ricerca condotta in un solo database, e la selezione degli studi scritti esclusivamente in lingua inglese implicano un'analisi incompleta della letteratura.

Implicazioni per la pratica clinica

Possiamo supporre che probabilmente l'eziologia della neuropatia del nervo sovrascapolare è multifattoriale, perciò capire fino in fondo il ruolo che hanno le varianti anatomiche può essere fondamentale per arrivare in futuro ad una migliore comprensione delle cause alla base della neuropatia, quindi di conseguenza della gestione e del trattamento, sia chirurgico che conservativo. Da questo studio sono emerse discrete evidenze a sostegno del fatto che un'incisura sovrascapolare a forma di "V", la presenza di un legamento trasverso superiore a forma di "band" o calcificato e il decorso dell'arteria sovrascapolare all'interno dell'incisura aumentino la probabilità che si verifichi un intrappolamento del nervo. Si potrebbe tuttavia ipotizzare che non siano le singole varianti anatomiche a causare la neuropatia ma più frequentemente una combinazione di queste, il cui risultato sia uno spazio per il passaggio del nervo significativamente ridotto.

Implicazioni per la ricerca

Non sono ancora presenti in letteratura studi che tentano di stabilire una correlazione tra la presenza di una o più di queste strutture e il manifestarsi dei sintomi della SNES o dei segni apprezzabili all'esame clinico: questo vuole essere un invito a continuare la ricerca nel campo delle varianti anatomiche trattate in questa revisione, con studi che mettono in relazione la parte clinica del problema con la parte puramente anatomica, al fine di trovare evidenze che possano confermare o meno i risultati ottenuti fino a questo momento.

Bibliografia

Bibliografia inclusa nella revisione

Aiello I, Serra G, Traina GC, Tugnoli V. Entrapment of the suprascapular nerve at the spinoglenoid notch. *Ann Neurol.* 1982 Sep;12(3):314-6.

Avery BW, Pilon FM, Barclay JK. Anterior coracoscappular ligament and suprascapular nerve entrapment. *Clin Anat.* 2002 Nov;15(6):383-6.

Bayramođlu A, Demiryürek D, Tüccar E, Erbil M, Aldur MM, Tetik O, Doral MN. Variations in anatomy at the suprascapular notch possibly causing suprascapular nerve entrapment: an anatomical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003 Nov;11(6):393-8.

Chen D, Adds P. Accessory suprascapular artery. *Clin Anat.* 2011 May;24(4):498-500.

Cirpan S, Gocmen-Mas N, Aksu F, Edizer M, Karabekir S, Magden AO. Suprascapular foramen: a rare variation caused by ossified suprascapular ligaments. *Folia Morphol (Warsz).* 2016;75(1):21-26.

Demirkan AF, Sargon MF, Erkula G, Kiter E. The spinoglenoid ligament: an anatomic study. *Clin Anat.* 2003 Nov;16(6):511-3.

Duparc F, Coquerel D, Ozeel J, Noyon M, Gerometta A, Michot C. Anatomical basis of the suprascapular nerve entrapment, and clinical relevance of the supraspinatus fascia. *Surg Radiol Anat.* 2010 Mar;32(3):277-84.

Gürses İA, Gayretli Ö, Coşkun O, Kale A, Öztürk A. Anatomical relations between anterior coracoscappular ligament and suprascapular neurovascular structures and a proposal for classification. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2015;49(4):433-7.

Ide J, Maeda S, Takagi K. Does the inferior transverse scapular ligament cause distal suprascapular nerve entrapment? An anatomic and morphologic study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003 May-Jun;12(3):253-5.

Jeziński H, Wysiadecki G, Sibiński M, Borowski A, Podgórski M, Topol M, Polguy M. A quantitative study of the arrangement of the suprascapular nerve and vessels in the

suprascapular notch region: new findings based on parametric analysis. *Folia Morphol (Warsz)*. 2016;75(4):454-459.

Jeziński H, Podgórski M, Wyśiadecki G, Olewnik Ł, De Caro R, Macchi V, Polguy M. Morphological Aspects in Ultrasound Visualisation of the Suprascapular Notch Region: A Study Based on a New Four-Step Protocol. *J Clin Med*. 2018 Nov 27;7(12):491.

Kannan U, Kannan NS, Anbalagan J, Rao S. Morphometric study of suprascapular notch in Indian dry scapulae with specific reference to the incidence of completely ossified superior transverse scapular ligament. *J Clin Diagn Res*. 2014 Mar;8(3):7-10.

Kaspi A, Yanai J, Pick CG, Mann G. Entrapment of the distal suprascapular nerve. An anatomical study. *Int Orthop*. 1988;12(4):273-5.

Kiss G, Kómar J. Suprascapular nerve compression at the spinoglenoid notch. *Muscle Nerve*. 1990 Jun;13(6):556-7.

Kumar A, Sharma A, Singh P. Anatomical study of the suprascapular notch: quantitative analysis and clinical considerations for suprascapular nerve entrapment. *Singapore Med J*. 2014 Jan;55(1):41-4.

Long R, Wang N, Liu W, Liu Z, Cheng S, Zhang X, Geng X, Liu C, Wang J, Ding M, Tian Z, Li J. An anatomical study of the superior transverse scapular ligament of Jining population. *Surg Radiol Anat*. 2019 Nov;41(11):1345-1349.

Naidoo N, Lazarus L, De Gama BZ, Satyapal KS. The variant course of the suprascapular artery. *Folia Morphol (Warsz)*. 2014 May;73(2):206-9.

Natsis K, Totlis T, Tsikaras P, Appell HJ, Skandalakis P, Koebke J. Proposal for classification of the suprascapular notch: a study on 423 dried scapulas. *Clin Anat*. 2007 Mar;20(2):135-9.

Panagouli E, Tsirigoti A, Kotsira G, Demesticha T, Skandalakis P, Troupis T, Filippou D. An Unusual Bilateral Duplication of the Suprascapular Vein and Its Relation to the Superior Transverse Scapular Ligament Revealed by Anatomage Table. *Acta Med Acad*. 2019 Dec;48(3):307-311.

Plancher KD, Peterson RK, Johnston JC, Luke TA. The spinoglenoid ligament. Anatomy, morphology, and histological findings. *J Bone Joint Surg Am.* 2005 Feb;87(2):361-5.

Podgórski M, Topol M, Sibiński M, Grzelak P, Stefańczyk L, Polgaj M. New parameters describing morphological variations in the suprascapular notch region as potential predictors of suprascapular nerve entrapment. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014 Nov 25;15:396.

Podgórski M, Sibiński M, Majos A, Stefańczyk L, Topol M, Polgaj M. The suprascapular vein: a possible etiology for suprascapular nerve entrapment and risk of complication during procedures around the suprascapular foramen region. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014 Sep;100(5):515-9.

Podgórski M, Topol M, Sibiński M, Domżański M, Grzelak P, Polgaj M. What is the function of the anterior coracoscapular ligament? - a morphological study on the newest potential risk factor for suprascapular nerve entrapment. *Ann Anat.* 2015 Sep;201:38-42.

Polgaj M, Jędrzejewski K, Podgórski M, Topol M. Morphometric study of the suprascapular notch: proposal of classification. *Surg Radiol Anat.* 2011 Nov;33(9):781-7.

Polgaj M, Podgórski M, Jędrzejewski K, Topol M. The double suprascapular foramen: unique anatomical variation and the new hypothesis of its formation. *Skeletal Radiol.* 2012 Dec;41(12):1631-6.

Polgaj M, Jędrzejewski K, Majos A, Topol M. Variations in bifid superior transverse scapular ligament as a possible factor of suprascapular entrapment: an anatomical study. *Int Orthop.* 2012 Oct;36(10):2095-100.

Polgaj M, Jędrzejewski K, Podgórski M, Majos A, Topol M. A proposal for classification of the superior transverse scapular ligament: variable morphology and its potential influence on suprascapular nerve entrapment. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013 Sep;22(9):1265-73.

- Polgaj M, Jędrzejewski K, Majos A, Topol M. Coexistence of the suprascapular notch and the suprascapular foramen--a rare anatomical variation and a new hypothesis on its formation based on anatomical and radiological studies. *Anat Sci Int.* 2013 Jun;88(3):156-62.
- Polgaj M, Jędrzejewski K, Topol M. Variable morphology of the anterior coracoscapular ligament - a proposal of classification. *Ann Anat.* 2013 Jan;195(1):77-81.
- Polgaj M, Sibiński M, Grzegorzewski A, Grzelak P, Majos A, Topol M. Variation in morphology of suprascapular notch as a factor of suprascapular nerve entrapment. *Int Orthop.* 2013 Nov;37(11):2185-92.
- Polgaj M, Sibiński M, Grzegorzewski A, Waszczykowski M, Majos A, Topol M. Morphological and radiological study of ossified superior transverse scapular ligament as potential risk factor of suprascapular nerve entrapment. *Biomed Res Int.* 2014;2014:613601.
- Polgaj M, Roźniecki J, Sibiński M, Grzegorzewski A, Majos A, Topol M. The variable morphology of suprascapular nerve and vessels at suprascapular notch: a proposal for classification and its potential clinical implications. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 May;23(5):1542-8.
- Pyrgakis P, Panagouli E, Venieratos D. Anomalous origin and course of the suprascapular artery combined with absence of the suprascapular vein: case study and clinical implications. *N Am J Med Sci.* 2013 Feb;5(2):129-33.
- Reineck JR, Krishnan SG. Subligamentous suprascapular artery encountered during arthroscopic suprascapular nerve release: a report of three cases. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009 May-Jun;18(3):e1-3.
- Rengachary SS, Burr D, Lucas S, Hassanein KM, Mohn MP, Matzke H. Suprascapular entrapment neuropathy: a clinical, anatomical, and comparative study. Part 2: anatomical study. *Neurosurgery.* 1979 Oct;5(4):447-51.

Sangam MR, Sarada Devi SS, Krupadanam K, Anasuya K. A study on the morphology of the suprascapular notch and its distance from the glenoid cavity. *J Clin Diagn Res.* 2013 Feb;7(2):189-92.

Ticker JB, Djurasovic M, Strauch RJ, April EW, Pollock RG, Flatow EL, Bigliani LU. The incidence of ganglion cysts and other variations in anatomy along the course of the suprascapular nerve. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998 Sep-Oct;7(5):472-8.

Tubbs RS, Smyth MD, Salter G, Oakes WJ. Anomalous traversement of the suprascapular artery through the suprascapular notch: a possible mechanism for undiagnosed shoulder pain? *Med Sci Monit.* 2003 Mar;9(3):BR116-9.

Tubbs RS, Nechtman C, D'Antoni AV, Shoja MM, Mortazavi MM, Loukas M, Rozzelle CJ, Spinner RJ. Ossification of the suprascapular ligament: A risk factor for suprascapular nerve compression? *Int J Shoulder Surg.* 2013 Jan;7(1):19-22.

Won HJ, Won HS, Oh CS, Han SH, Chung IH, Yoon YC. Morphological study of the inferior transverse scapular ligament. *Clin Anat.* 2014 Jul;27(5):707-11.

Yang HJ, Gil YC, Jin JD, Ahn SV, Lee HY. Topographical anatomy of the suprascapular nerve and vessels at the suprascapular notch. *Clin Anat.* 2012 Apr;25(3):359-65.

Zhang L, Wei HR, Guo XG, Fu SJ, Xu YX, Zhong SZ, Huang WH. Variable morphology of the suprascapular notch: A proposal for classification in Chinese population. *Ann Anat.* 2019 Jan;221:173-178.

Bibliografia integrata

Bozzi F, Alabau-Rodriguez S, Barrera-Ochoa S, Ateschrang A, Schreiner AJ, Monllau JC, Perelli S. Suprascapular Neuropathy around the Shoulder: A Current Concept Review. *J Clin Med.* 2020 Jul 22;9(8):2331.

Memon M, Kay J, Ginsberg L, Simunovic N, Bak K, Lapner P, Ayeni OR. Arthroscopic management of suprascapular neuropathy of the shoulder improves pain and functional outcomes with minimal complication rates. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Jan;26(1):240-266.

Ringel SP, Treihaft M, Carry M, Fisher R, Jacobs P. Suprascapular neuropathy in pitchers. *Am J Sports Med.* 1990 Jan-Feb;18(1):80-6.