

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

DOTTORATO DI RICERCA IN

SCIENZE BIOMEDICHE

Ciclo XXVII

Settore Concorsuale di afferenza: 05/H1

Settore Scientifico disciplinare: BIO/16

**LE VARIAZIONI ANATOMICHE: LA VERA IMMAGINE
DELL' ANATOMIA DELL'UOMO**

Presentata da: Giulia Adalgisa Mariani

Coordinatore Dottorato

**CHIAR.MO
PROF. LUCIO COCCO**



Relatore

**CHIAR.MO
PROF. LUCIO COCCO**



Esame finale a.a. 2014/2015

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
1.1 Definizione di variante anatomica.....	3
1.2 Organogenesi.....	4
1.3 La pratica settoria.....	8
1.3.1 Cenni storici.....	9
1.3.2 La normativa in Italia.....	21
1.3.3 Embalming.....	23
2. MATERIALI E METODI	28
2.1 Organizzazione della sala settoria.....	28
2.2 Soluzioni per embalming.....	30
2.3 Procedura di embalming	31
3. RISULTATI E DISCUSSIONE	34
3.1 Tripode (tronco) celiaco	34
3.2 Circolo di Willis.....	45
3.3 Arteria vertebrale.....	54
4. BIBLIOGRAFIA	59

1.INTRODUZIONE

1.1 Definizione di variante anatomica

Oltre alle modificazioni morfologiche presenti durante l'accrescimento e la senescenza, e ad alcune differenze tra i sessi e le diverse etnie, in anatomia si parla spesso di varianti anatomiche.

La definizione di variante anatomica è utilizzata per definire la morfologia di una particolare struttura che si discosta dalla configurazione anatomica osservata nella maggior parte degli individui [1, 2].

Diversamente dalle anomalie congenite, che sono considerate per definizione patologiche, le varianti anatomiche sono considerate rientrare in un quadro di normalità.

È tuttavia evidente che le varianti anatomiche possono interferire con le procedure diagnostiche ed operative, e quindi condizionare significativamente la prognosi. Per questi motivi, esse devono essere adeguatamente riconosciute, osservate e studiate. Attraverso le dissezioni anatomiche svolte in sala settoria è possibile individuare eventuali varianti rispetto alla anatomia umana normale. Sebbene le varianti anatomiche non rappresentino una condizione patologica, è probabile che alcune di esse possano, agendo come cofattore, condizionare lo sviluppo di alcune situazioni patologiche. Inoltre, focalizzandosi sugli aspetti più operativi, è innegabile che alcune conformazioni anatomiche peculiari possano aumentare il rischio di complicanze durante le procedure chirurgiche. Appare evidente che la conoscenza dell'anatomia umana e lo studio delle varianti anatomiche rappresentino un requisito indispensabile per ogni pratica medica [3].

L'attività settoria rappresenta un valido strumento per lo studio delle varianti anatomiche come mezzo per la ricerca e la pratica medica e chirurgica. Da una parte la chirurgia oggi tende ad essere sempre più conservativa, limitando l'estensione dell'intervento e risparmiando ove possibile le strutture più fini quali vasi e nervi. In tali situazioni le conoscenze delle strutture anatomiche devono essere estremamente precise, anche sotto il limite della visione normale (interventi col microscopio operatorio).

1.2 Organogenesi

La disposizione delle strutture anatomiche, i rapporti relativi tra i visceri, l'origine e il decorso dei vasi sanguigni e linfatici, sono il risultato di complicati processi di accrescimento, di rotazione e di migrazione che si realizzano durante le fasi dello sviluppo embrionale e fetale.

Movimenti organogenetici, che sono responsabili della forma finale degli organi possono anche essere causa di varianti particolarmente frequenti nei vasi arteriosi e venosi. Pertanto le basi per la esistenza delle varianti anatomiche sono da rintracciare a livello organo genetico, in particolare per lo sviluppo dei principali vasi arteriosi sono da tener presente alcuni momenti fondamentali [4].

Inizialmente le arterie e le vene consistono semplicemente in tubi endoteliali e non possono essere distinte istologicamente le une dalle altre. Nell'ulteriore sviluppo si differenziano dal mesenchima circostante le tipiche pareti vascolari .

L'organizzazione finale del sistema vascolare è determinato geneticamente e varia nelle diverse specie di animali. In tutti i casi le varianti sono estremamente frequenti sia nel sistema arterioso che in quello venoso e si possono avere modificazioni locali nei casi di sviluppo anomalo di determinati organi.

I condotti arteriosi principali nell'embrione di pochi somiti sono rappresentati da un paio di vasi, le aorte dorsali, che decorrono lungo l'asse longitudinale dell'embrione e formano la continuazione dei tubi endocardici del cuore. Dato il cambiamento di posizione della placca cariogena che contiene i tubi cardiaci, le porzioni craniali delle aorte dorsali descrivono un arco da entrambi i lati dell'intestino cefalico, costituendo così il primo paio di archi aortici (archi mandibolari).

Primitivamente, nei vertebrati compaiono sei paia di archi aortici associati allo sviluppo dei corrispondenti archi faringei o viscerali. Con la comparsa filogenetica delle fauci, il primo paio di archi faringei si modifica notevolmente per formare le strutture della bocca e degli orecchi medi.

Nei pesci gli archi faringei dal terzo al sesto (occasionalmente più o meno) contengono le branchie e vengono definiti archi branchiali.

Negli amnioti a respirazione polmonare, compreso l'uomo, gli archi branchiali sono presenti solo durante le fasi precoci della vita embrionale; essi si modificano notevolmente in un tempo successivo o regrediscono completamente. Certe arterie degli archi branchiali rimangono per formare le grosse arterie del collo e del torace.

In un embrione di circa 3mm, il primo paio di archi è grosso, il secondo si sta appena formando. La giunzione fra il tronco arterioso e il primo paio di archi è dilatata e viene chiamata sacco aortico. E' da questo sacco aortico che prendono origine i successivi archi aortici, che si aggiungono man mano che il cuore e il sacco aortico si spostano caudalmente.

Negli embrioni dei mammiferi di grado più elevato non è presente una vera aorta ventrale. Distalmente, le aorte dorsali si fondono per formare un vaso

singolo; questa fusione progredisce in direzione craniale in senso sia relativo che assoluto.

Nell'embrione di 4 mm, il primo arco è già in buona parte scomparso come tale, pur mantenendosi dei segmenti come parte dell'arteria mascellare. Il secondo arco, sta anch'esso scomparendo; tutto ciò che rimane è la sottile arteria stapedia. Il terzo arco è ben sviluppato ed ampio. Il quarto e sesto arco si stanno formando come escrescenze ventrali e dorsali. La porzione ventrale del sesto arco possiede come suo ramo principale l'arteria polmonare primitiva, anche se l'arco stesso non è stato ancora completato.

Nell'embrione di 10 mm, i primi due archi aortici scompaiono come tali; il terzo, il quarto e il sesto arco sono ampi. Il sacco del tronco aortico si è diviso di modo che il sesto arco si trova ora in continuità con il tronco polmonare. Delle arterie intersegmentali le settime cervicali giocano un ruolo importante nella formazione delle arterie succlavie. Esse sono localizzate pressappoco a livello in cui le aorte dorsali si congiungono l'una con l'altra.

Nell'embrione di 14 mm, il sistema dell'arco aortico ha perso buona parte della sua struttura simmetrica. Le aorte dorsali fra il terzo e il quarto arco (condotto carotico) sono scomparse e il terzo arco comincia ad allungarsi con la ulteriore discesa del cuore. Questa discesa causa anche un accorciamento relativo della porzione ancora pari dell'aorta dorsale.

La porzione dorsale del sesto arco destro è scomparso; la sua controparte sinistra persiste, sono alla nascita, come condotto arterioso. Il quinto arco, molto piccolo e transitorio, presente alquanto precocemente (negli embrioni di circa 11-13 mm), non può più essere identificato.

Le settime arterie intersegmentali sono migrate cranialmente.

Il sacco aortico è stato “spinto fuori” da entrambi i lati: sulla destra esso forma l'arteria brachio-cefalica (anonima); a sinistra, esso diviene parte dell'arco definitivo dell'aorta fino alla regione del terzo arco sinistro (arteria carotide comune).

Nell'embrione di 17 mm, l'aorta dorsale destra tra la sua giunzione con l'aorta dorsale sinistra e l'origine della settima arteria intersegmentale destra si è molto ridotta e presto scompare. Le restanti parti dell'aorta dorsale destra persistono come segmenti della parte prossimale dell'arteria succlavia. Dopo la nascita, la parte distale del sesto arco aortico sinistro: il condotto arterioso, normalmente si oblitera (legamento arterioso) e si completa il sistema dell'arco aortico dell'adulto [4].

Gli archi aortici costituiscono il punto di partenza per lo sviluppo del tronco polmonare e delle arterie che prendono origine dall'arco dell'aorta e dall' aorta toracica. Per quanto riguarda l'origine delle arterie che originano dall'aorta addominale, bisogna tener conto dell'esistenza delle due arterie vitelline primitive che sono parallele alle vene omonime e che prendono origine dalle aorte dorsali nel tratto addominale dell'embrione.

Dall'arteria vitellina di destra, generalmente origina il tripode (tronco) celiaco, dall'arteria vitellina di sinistra prendono origine le arterie mesenteriche sia superiore che inferiore.

L'unione delle due aorte dorsali primitive darà un'unica arteria dalla quale origineranno i tronchi impari celiaco, mesenterico superiore ed inferiore.

1.3 La pratica settoria

L'attuale formazione dei medici può contare su metodi e strumenti innovativi, resi possibili, specie negli ultimi anni, dalla notevole e costante evoluzione delle pratiche chirurgiche. Nonostante l'utilizzo di nuove tecniche, che comunque non possono essere applicate alla totalità dei casi, la letteratura scientifica internazionale è concorde nel ritenere che l'esperienza diretta sul cadavere sia insostituibile, e che la dissezione anatomica rivesta un'importanza fondamentale nella formazione degli studenti e degli specializzandi e nell'aggiornamento degli specialisti [5, 6, 7]. La dissezione anatomica non è quindi solo lo strumento principale per conoscere direttamente il corpo umano; essa dà modo di apprendere le pratiche chirurgiche di base ed avanzate, di sperimentare tecniche nuove e di perfezionarne altre sempre più complesse. Non è un caso che, nei curricula formativi dei medici dei paesi più avanzati sul piano della ricerca scientifica e dell'organizzazione didattica, la dissezione anatomica sia ancora prevista come insegnamento fondamentale e qualificante [8]. Ciò vale anche per l'Italia, dove però si riscontra nei fatti una notevole difficoltà a poter compiere esercitazioni di questo genere; tale difficoltà è dovuta alla mancanza di disponibilità di cadaveri sui quali condurre le esercitazioni, mancanza che a sua volta deriva dalla scarsità dei programmi di donazione ai fini di studio e di ricerca, soprattutto dalla carenza di un quadro normativo che di fatto è frammentario e datato [9].

Le dissezioni anatomiche, pertanto, benché siano contemplate dal curriculum formativo, sono di fatto diventate estremamente rare (per usare un eufemismo).

1.3.1 Cenni storici

La relazione assoluta e profonda che lega l'anatomia alla dissezione emerge fin dall'etimologia del termine. Anatomia deriva dal greco antico ανατομή, anatomè ("dissezione"): formato da ανά, anà che significa "attraverso" e τέμνω, tèmno "tagliare". Dunque nella sua primitiva e originale accezione la parola "anatomia" indica il principale metodo di studio e di lavoro dell'indagine anatomica cioè la dissezione del cadavere.

Fin dalle origini della medicina, la dissezione e lo studio dei cadaveri umani e animali è stato uno strumento indispensabile per conoscere la morfologia, l'organizzazione e il funzionamento del corpo umano in condizioni normali e patologiche, spiegarne il funzionamento e affrontare le malattie. La pratica della imbalsamazione, i sacrifici, le medicazioni delle ferite profonde furono probabilmente le prime occasioni per le osservazioni anatomiche. Nozioni e concezioni sul corpo umano, rudimentali e superficiali, impregnate di magie, ritualità, divinazioni (anatomia aruspicina) si ritrovano infatti in molte civiltà antiche come testimoniato da papiri, poemi e scritture sacre. Tuttavia l'anatomia si afferma come disciplina solo con la civiltà dell'antica Grecia, a partire dalle scuole filosofiche di Crotone, Cnido e Cos e quindi nella scuola medica di Alessandria. Alcmeone di Crotone, filosofo e medico vissuto fra il VI e il V secolo a.C. viene considerato come il primo autore di un'opera anatomica della quale però sono sopravvissuti pochi e brevissimi frammenti. In epoca ellenistica, due medici alessandrini, Erofilo ed Erasistrato attraverso il costante ricorso alla dissezione cadaverica (e secondo quanto riportato da Tertulliano anche alla vivisezione di condannati) furono i primi a comprendere le principali

funzioni del corpo umano, distinguendo ad esempio i nervi dai tendini e le vene dalle arterie [10]. Nei secoli successivi ostacoli e pregiudizi di natura prevalentemente religiosa determinarono una profonda involuzione degli studi anatomici: alle dissezioni sui cadaveri giudicate empie e come tali interdette, si sostituirono quelle sugli animali i cui risultati furono pedissequamente applicati all'uomo da Galeno (II secolo d.C.) senza nessuna correzione.

Per Galeno, una delle figure più rappresentative se non la più rappresentativa della medicina antica, lo studio anatomico rappresentava il fondamento ineludibile per la comprensione dei meccanismi fisiologici, per il corretto inquadramento patologico e dunque terapeutico. Le osservazioni accumulate nel corso degli anni su piccole scimmie e su altri animali sono ricostruite in un quadro coerente e di altissimo livello descrittivo che trova il suo coronamento in una proiezione analogica dell'anatomia animale sul corpo dell'uomo. La straordinaria capacità galenica di coniugare osservazione e filosofia, pratica manuale e teoria e di utilizzare tutti questi elementi contemporaneamente per costruire un sistema anatomo-fisiologico di complessità sconosciuta al resto dell'antichità spiegano l'enorme fortuna giustificano la nota, enorme fortuna che Galeno incontra nel pensiero medico occidentale, attraversando tutto il medioevo per giungere, in piena autorevolezza, fino alla prima modernità. In tal modo però la conoscenza anatomica fu appesantita e infarcita di errori [11].

In epoca medievale la storia dell'anatomia procede a rilento e con fatica. La dissezione dei cadaveri, abbandonata in età romana, viene lentamente ripresa solo dopo l'anno 1000. La prima dimostrazione pubblica di dissezione sembra sia stata eseguita nel 1302 a Bologna da tal Guglielmo da Varignana allievo di Taddeo Alderotti. In realtà bisognerebbe parlare di autopsia o proto autopsia più

che di dissezione visto che ufficialmente venne autorizzata per verificare un sospetto veneficio e non per ragioni accademiche. Secondo alcune fonti dell'epoca, data la facile deperibilità del "materiale umano", la pratica settoria era piuttosto sbrigativa e si svolgeva in quattro lezioni: nella prima si apriva il ventre e si commentavano i *Membra Nutritionis*, nella seconda il torace con i *Membra Spiritualia*, nella terza il cranio con i *Membra Animata*, nell'ultima si annotavano e si spiegavano le caratteristiche degli arti e dello scheletro. A qualche anno più tardi (1315 circa) risale la prima lezione di anatomia su cadaveri umani tenuta da Raimondo de' Liuzzi [12], detto Mondino, docente dell'Università di Bologna, anch'esso allievo di Taddeo Alderotti. Con Mondino gli studi anatomici ritrovano nella dissezione di cadaveri la base della conoscenza. In questo la Scuola Medica Bolognese afferma il suo primato, inaugura l'anatomia modernamente intesa e segna un passaggio centrale dall'altissimo valore simbolico, non solo per la storia del pensiero medico-scientifico ma per la cultura occidentale tutta. Mondino infatti tornando dopo quasi XVI secoli sul cadavere (l'ultimo era stato Erofilo III secolo A.C.) metterà in discussione l'autorità testuale classica contrapponendola alla verifica empirica sul cadavere, il libro contro il corpo. Le tavole e gli insegnamenti contenuti nella sua Anatomia (1316) (figura 1), pur senza allontanarsi dal dogmatismo dominante e dagli innumerevoli errori di Galeno, rimasero un fondamentale testo di studio in Italia e in Europa per quasi due secoli.



Figura 1: Mondino dei Liuzzi, *Anatomia* - Lipsia 1493

Nel primo Cinquecento nelle università l'anatomia si insegnava ancora seguendo il testo di Galeno o, se si aveva la fortuna di assistere alle lezioni dei lettori più innovativi, rifacendosi al testo di Mondino de' Liuzzi. Nel 1521 Berengario da Carpi pubblica a Bologna i *Commentaria super anatomiam Mundini* (figura 2) tracciando un segno importante in quel periodo che gli storici della medicina chiamano prevesaliano: è il primo a comprendere il valore didascalico delle immagini nei testi a stampa e a rendersi conto della maggiore importanza dell'esperienza diretta rispetto allo studio sui libri [12].



Figura 2: *Jacopo Berengario da Carpi, Commentaria [...] super Anatomiam Mundini Bologna 1521*

Anche Leonardo da Vinci, sul finire del quattrocento intraprese studi sulle proporzioni, sull'anatomia e sulla fisiologia del corpo umano basati sulla dissezione cadaverica che lo portarono ad elaborare una prima iconografia anatomica scientifica (circa 750 disegni anatomici) che però non venne pubblicata e rimase sconosciuta ai contemporanei [13]. La "rivoluzione"

anatomica si compie con l'indagine sistematica e obiettiva di Andrea Vesalio (forme italianizzate o latinizzate di Andries van Wesel), professore a Bologna, a Padova e poi medico alla corte di Carlo V autore del *De humani corporis fabrica libri septem* (figura 3), illustrato da splendide tavole anatomiche attribuite a J.S. Van Calcar e pubblicato nel 1543 a Basilea. Il testo, suddiviso in sette libri che descrivono l'anatomia del corpo umano (ossa e articolazioni, muscoli, sistema vascolare, sistema nervoso, addome, torace e cervello), costituisce un punto di rottura nella storia della scienza, pone infatti l'accento sull'importanza della pratica dell'anatomia per mezzo delle tecniche della dissezione quale unico strumento di conoscenza medica e chirurgica [12, 13].

Questa stessa pratica consentirà a Vesalio di confutare e di correggere molte delle verità galeniche considerate indiscutibili, come scrive egli stesso:

“Quante, spesso assurde cose sono state accettate in nome di Galeno, [...] tra queste quel mirabil plesso reticolare, la cui esistenza viene costantemente sostenuta nei suoi scritti e di cui i medici parlano continuamente. Essi non lo hanno mai visto, ma tuttavia continuano a descriverlo sulla scorta dell'insegnamento di Galeno. Io stesso sono ora realmente meravigliato per la mia precedente stupidità. [...] Causa la mia devozione a Galeno non intrapresi mai una pubblica dissezione di una testa umana senza contemporaneamente servirmi di quella di un agnello o di un bove per mostrare che non riuscivo a riscontrare nell'uomo quel plesso a tutti loro così ben noto per nome.”

L'opera e la rivoluzionaria prassi anatomica di Vesalio è proseguita da Gabriele Falloppio, anatomico e chirurgo, che nelle sue *Observationes anatomicae* (1561), descrive alcune indagini fondamentali sull'orecchio, sulle ossa e sugli organi genitali.



Figura 3: *Andrea Vesalio, De humani corporis fabrica libri septem - Basilea*

1543

E poi ancora bisogna ricordare Girolamo Fabrici d'Acquapendente che fa costruire a Padova nel 1594 il primo teatro anatomico, autore dell'*Opera chirurgica* (1617), in cui sono riportate interessanti annotazioni sulle valvole dei vasi sanguigni e sulla circolazione in generale; le ricerche sull'orecchio di Bartolomeo Eustachio, fondatore alla Sapienza di Roma di una famosa scuola di anatomia; gli studi di Giulio Cesare Casseri sull'organo dell'udito e

sull'apparato della fonazione, quelli di Gaspare Aselli sui vasi chiliferi, di Spigelio (Adrian Van Der Spigel) sul fegato, di Wirsung, Wharton e Stenone sulle ghiandole, di Willis sul sistema nervoso [13, 14].

Nel 1628 è pubblicato un testo di straordinaria importanza per la comprensione dell'anatomia e della fisiologia del corpo umano: *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in anima- libus*. Il libro, scritto in latino e composto di sole cinquantadue pagine, ha come autore William Harvey, medico inglese, allievo a Padova di Fabrici d'Acquapendente, il quale demolisce la concezione galenica della circolazione del sangue fino ad allora insegnata nelle università e individua il ruolo di pompa del cuore all'interno di una dinamica circolatoria perfettamente definita. Con una lunga serie di dissezioni, anche di animali domestici, e solide argomentazioni logiche, Harvey dimostra che il corpo umano è dotato di un doppio circolo, in cui il sangue, con l'ausilio delle vene, raggiunge dai tessuti periferici l'atrio e il ventricolo destro del cuore, e da lì, attraverso i polmoni, l'atrio e il ventricolo sinistro, per ridistribuirsi successivamente mediante le arterie alle differenti regioni del corpo [15].

Oltre ad Harvey, nel XVII secolo i contributi più importanti agli studi anatomici si devono a Marcello Malpighi e Antoni Van Leeuwenhoek, che per primi ricorsero all'ausilio del microscopio ottico e al metodo d'indagine sperimentale (metodo galileiano). Malpighi, docente di medicina teorica dapprima a Pisa e poi a Bologna, considerato tra i fondatori dell'anatomia comparata e dell'istologia, osserva e descrive con grande perizia i capillari sanguigni confermando le ipotesi di Harvey sulla circolazione del sangue. Famosi sono inoltre i suoi studi sui corpuscoli del sangue, sull'architettura della milza e del rene, sulla struttura alveolare del parenchima polmonare, sulla neurologia con la scoperta dei

recettori e dei corpuscoli tattili cutanei e linguali [16]. Di particolare importanza furono anche le ricerche del bolognese allievo di Malpighi, Antonio Maria Valsalva sull'orecchio e di Gian Domenico Santorini sulla muscolatura della faccia e della laringe. Nel corso del XVIII secolo fondamentale fu il contributo descrittivo portato da Giovanni Battista Morgagni, cresciuto scientificamente a Bologna e poi affermatosi a Padova cui si deve il merito di aver posto le basi dottrinali e metodologiche dell'anatomia patologica.

I cinque libri *De sedibus et causis morborum per anatomen indagatis*, pubblicati da Morgagni (figura 4) a Venezia nel 1761, dopo cinque decenni di professione, sono il risultato di una lunga serie di osservazioni sia cliniche, sia anatomiche, che permettono una significativa correlazione tra sintomi e lesioni [17]. Altri contributi di notevole rilievo vennero anche da William Hunter sull'anatomia dell'utero gravido, da John Hunter sulla struttura dei denti e da Domenico Cotugno sul liquor cefalorachidiano.

Nello stesso periodo Frederik Ruysch perfezionò la tecnica della iniezione dei vasi con materiali colorati di contrasto riuscendo così a descrivere con grande precisione le valvole dei vasi linfatici e le disposizioni dei vasi sanguigni nell'intima struttura dei tessuti e dei singoli organi.

Grazie a queste tecniche di indagine, a strumentazioni sempre più perfezionate e all'estrema vastità e varietà degli argomenti indagati, si riescono a rappresentare via via più rigorosamente e accuratamente le strutture anatomiche e si delinea la formazione, in seno alla comune disciplina, di branche sempre più specializzate e qualificate (anatomia topografica, anatomia chirurgica, anatomia patologica, anatomia comparata, antropometria e biometria).

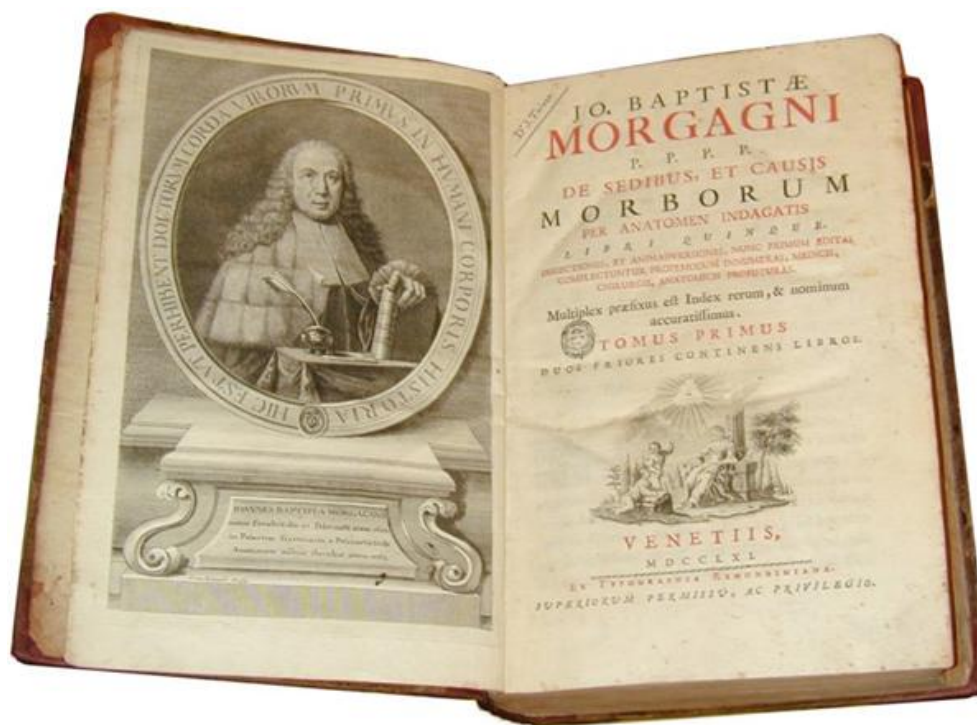


Figura 4: *Giovanni Battista Morgagni - De sedibus et causis morborum per anatem indagatis - 1761*

Così mentre l'anatomia descrittiva riceveva il contributo degli studi di Luigi Rolando sul cervello, di Friedrich Gustav Jakob Henle sul rene, di Filippo Pacini sulle terminazioni sensitive, di Alfonso Corti sull'organo dell'udito, progressivamente si svilupparono gli studi di anatomia topografica e di anatomia chirurgica, in Italia iniziati da Michele Vincenzo Malacarne e Antonio Scarpa quest'ultimo formatosi alla scuola padovana di Morgagni e dal 1783 professore di anatomia e tecniche chirurgiche all'ateneo di Pavia. In Francia Georges-Leopold Cuvier, con le osservazioni contenute nella *Illustrazione elementare della storia naturale degli animali* (1798) e nelle *Lezioni di anatomia*

comparata (1805), porta importanti contributi alla paleontologia e all'anatomia animale. Utilizzando il ricco materiale analitico e descrittivo raccolto, Cuvier formula il principio di base dell'anatomia comparata, ovvero il principio della correlazione delle parti e della subordinazione degli organi, secondo cui esistono organi e apparati più importanti e altri meno importanti dal punto di vista funzionale. I sistemi e gli organi più rilevanti sono meno soggetti a varianti e possono fornire utili criteri per caratterizzare e classificare i vari tipi di animali (*embranchements*), ognuno dei quali comprende l'insieme degli individui costruiti secondo un medesimo piano strutturale. Con Cuvier si inizia a pensare il mondo dei viventi come il risultato di un lungo percorso di trasformazioni, in cui le affinità strutturali diventano testimonianza – non solo tra le varie forme di uno stesso tipo, ma anche tra tipo e tipo – di una parentela reale [18].

Nel corso dei primi decenni del 1800 l'anatomia microscopica e la citologia conoscono un ulteriore sviluppo grazie all'introduzione di microscopi dotati di un potere di risoluzione superiore e in grado di rilevare dettagli e strutture fino ad allora invisibili o poco definiti: nel 1801 Marie-Francois-Xavier Bichat, anatomico e fisiologo francese, docente alla Sorbona di Parigi e sostenitore delle teorie vitaliste, introduce in anatomia la nozione di tessuto; nel 1831 il naturalista britannico Robert Brown scopre il nucleo nella cellula vegetale; nel 1835 Felix Dujardin identifica, come componente basilare delle cellule, una sostanza viscosa a composizione chimica assai complessa, detta protoplasma; e nel 1838 Mathias Jakob Schleiden e Theodor Schwann descrivono e intendono la cellula come l'unità strutturale fondamentale dell'organismo vivente [10].

Se l'anatomia sistematica, intesa come lo studio analitico della conformazione, dei rapporti, della struttura e dello sviluppo dei differenti organi del corpo

umano, nel corso del XIX e del XX secolo mostra ormai di aver affrontato e adeguatamente risolto i principali compiti descrittivi, l'anatomia microscopica continua a sviluppare e approfondire le sue capacità di indagine con un progressivo perfezionamento degli strumenti di ricerca. L'introduzione del microscopio a luce ultravioletta e del microscopio a contrasto di fase, l'invenzione del microscopio elettronico che raggiunge un potere di risoluzione e livelli di ingrandimento enormemente superiori rispetto ai mezzi convenzionali, consentono di esplorare nuove strutture e materiali. Assai rappresentativa ed emblematica a questo proposito è la figura del medico e ricercatore bresciano Camillo Golgi, docente di patologia generale e rettore dell'Università di Pavia che, con l'ausilio delle nuove tecniche di fissazione e di colorazione del tessuto nervoso con bicromato di potassio e nitrato d'argento, ottiene preparati che al microscopio rivelano, colorate in nero e perfettamente nitide, le varie e differenti strutture della cellula nervosa e lo sviluppo dei suoi innumerevoli prolungamenti (*Studi sulla fine anatomia degli organi centrali del sistema nervoso*, 1874) [19].

La scoperta dei raggi X da parte del fisico Wilhelm Conrad Röntgen, infine, ha consentito di "vedere" all'interno del corpo "vivo". Con tale scoperta nasce l'anatomia radiologica (1896) che permette di studiare i tessuti e i differenti sistemi all'interno di animali viventi. Le moderne tecniche radiologiche, anche con l'ausilio di particolari mezzi di contrasto, permettono oggi di ottenere immagini tridimensionali di tessuti e di sezioni del corpo umano.

1.3.2 La normativa in Italia

In Italia il testo di riferimento che regola la fruizione del cadavere a scopi scientifici e didattici è il Regio Decreto n. 1592 del 31 agosto 1933 "T.U. delle leggi sulla Istruzione Superiore", il cui art. 32, ancora in vigore, recita:

"Tutti i cadaveri provenienti dagli ospedali sono sottoposti a riscontro diagnostico.

I cadaveri, il cui trasporto non sia fatto a spese dei congiunti compresi nel gruppo familiare fino al sesto grado o da confraternite o sodalizi che possano avere assunto impegno per trasporti funebri degli associati e quelli provenienti dagli accertamenti medico-legali (esclusi i suicidi) che non siano richiesti da congiunti compresi nel detto gruppo familiare, sono riservati all'insegnamento ed alle indagini scientifiche".

Un ulteriore riferimento legislativo è dato nel Regolamento di Polizia Mortuaria (DPR 285/1990), il cui art. 40 recita:

"La consegna alle sale anatomiche universitarie dei cadaveri destinati, a norma dell'art. 32 del testo unico delle leggi sulla istruzione superiore, approvato con regio decreto 31 agosto, 1933, n.1592, all'insegnamento ed alle indagini scientifiche deve avvenire dopo trascorso il periodo di osservazione prescritto dagli articoli 8, 9 e 10. Ai cadaveri di cui al presente articolo deve essere sempre assicurata una targhetta che rechi annotate le generalità". Inoltre, l'art. 41 recita: *"il prelevamento e la conservazione di cadaveri e di pezzi anatomici, ivi compresi i prodotti fetali, devono essere di volta in volta autorizzati dall'autorità sanitaria locale".*

E' singolare che proprio in Italia, culla degli studi anatomici nel Cinquecento, al punto da richiamare nelle proprie università studenti in medicina e professori

provenienti da tutta Europa, sia così difficile realizzare esercitazioni per la formazione medico-chirurgica su cadaveri e preparati anatomici, per cui sono spesso i nostri chirurghi a doversi recare all'estero per frequentare corsi di formazione ed esercitazioni.

Negli ultimi anni sono stati avanzati numerosi disegni di legge e il testo risultante dalla loro unificazione è stato approvato dalla XII Commissione permanente Affari sociali della Camera dei deputati il 12 giugno 2014. Attualmente è al vaglio della Commissione Igiene e sanità del Senato.

Occorre sottolineare che l'attuale disegno, recependo le indicazioni contenute nel parere del Comitato Nazionale di Bioetica del 19 aprile 2013, abroga l'articolo 32 del RD 31 agosto 1933, n. 1592 (art. 9) in quanto eticamente inaccettabile.

Alla luce di ciò sarebbe auspicabile promuovere iniziative di informazione dirette a diffondere tra i cittadini la conoscenza delle disposizioni del presente disegno di legge e incentivare la nascita di programmi di donazione del corpo post-mortem ai fini di studio e ricerca, sul modello realizzato dal Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie - DIBINEM sez. di Anatomia Umana dell'Alma Mater Studiorum, Università di Bologna (analoghi progetti sono in atto nelle Università di Padova e Torino).

La promozione di una cultura favorevole alla donazione del corpo a fini di studio e di ricerca permetterebbe quindi di migliorare significativamente la formazione medico-chirurgica [9].

1.3.3 Embalming

I cadaveri utilizzati per la dissezione anatomica possono essere conservati per breve tempo in celle refrigerate o addirittura congelati. In entrambi i casi, anche dopo lo scongelamento, i tessuti vanno incontro a rapida degradazione per cui i corpi possono essere utilizzati per periodi brevi di pochi giorni. E' per tanto preferibile sottoporre i cadaveri a procedure conservative che prevedono la perfusione del corpo, internazionalmente conosciuta come "embalming", utilizzando soluzioni idonee che impediscono il deterioramento dei tessuti [20; 21].

Intorno al 1500 la Medicina ebbe una crescita enorme in gran parte grazie alla nascita delle Scuole Anatomiche dove si cominciava a praticare in maniera sistematica lo studio basato sull'osservazione del cadavere. In quel tempo non essendo disponibili i mezzi e le tecniche odierne (celle refrigerate, liquidi conservativi ecc), la dissezione anatomica veniva preferibilmente praticata nei periodi invernali. Verso la metà del 1800, da un chimico inglese fu scoperta la sostanza più comunemente usata per la fissazione: la formalina. Veniva usata sia immergendo il cadavere in speciali vasche che la contenevano, sia iniettandola per gravità nell'apparato circolatorio [22]. Nel tempo si è scoperto che l'esposizione ai vapori di formalina può provocare gravi effetti tossici quali: irritazione delle mucose delle vie respiratorie, dermatiti da contatto fino ad arrivare a mutagenicità e cancerogenicità. A tutto ciò si aggiunge che usando solo formalina le strutture anatomiche diventano troppo rigide. Per ovviare a questi problemi è stata messa a punto una miscela complessa di fissazione, definita liquido di "embalming", composta da più sostanze fissative, disinfettanti, umettanti e anticoagulanti, quali formalina, fenolo, etanolo e glicerina [23].

Le proprietà dei vari agenti chimici che compongono il liquido di embalming sono le seguenti:

FORMALINA è un fissativo specifico per le proteine. Il gruppo aldeidico della formalina interagisce con i gruppi amminici delle proteine formando legami crociati tra esse. Alta capacità di penetrazione ma bassa velocità di reazione nella fissazione. Per rallentare i processi degradativi dei tessuti la fissazione con formalina viene generalmente effettuata a basse temperature (4°C).

ETANOLO blando fissativo. Diffonde rapidamente nei tessuti senza indurirli eccessivamente. Ottimo agente germicida.

FENOLO potente germicida e fungicida. Favorisce un buon mantenimento del colore del tessuto muscolare al contrario della formalina.

GLICERINA sostanza umettante, serve per mantenere i tessuti morbidi e ne previene l'indurimento e la disidratazione provocata da altri agenti chimici.

La pratica dell'embalming per scopi anatomici prevede l'iniezione del liquido fissativo nel cadavere attraverso un'arteria utilizzando una pompa a pressione che eroga automaticamente un flusso sufficiente a superare la resistenza vascolare [24].

Il liquido fissativo si distribuisce attraverso l'arco dell'aorta e i suoi rami; grazie ai capillari arriva negli spazi tissutali dove entra in contatto con le cellule, cambiando le proprietà naturali delle proteine [24].

Nell'embalming vengono usate le arterie perché queste non hanno valvole. Il liquido viene iniettato attraverso l'arteria femorale che rappresenta il principale tronco arterioso dell'arto inferiore. Per accedervi bisogna individuare una regione nella parte antero-mediale del terzo superiore della coscia denominata *TRIANGOLO FEMORALE O DELLO SCARPA*.

Il triangolo femorale (figura 5), è una fossa di forma triangolare delimitata: superiormente, dal legamento inguinale, teso dalla spina iliaca antero-superiore al tubercolo pubico; lateralmente, dal muscolo sartorio che origina dalla spina iliaca antero-superiore e termina sulla superficie mediale della tibia (medialmente rispetto alla tuberosità tibiale); medialmente, dal muscolo adduttore lungo che origina dalla faccia anteriore del ramo superiore del pube e si inserisce sulla linea aspra del femore. Al triangolo corrisponde la fossa piramidale la cui base, rivolta in alto, è formata dalla lacuna vasorum che accoglie in senso latero-mediale l'arteria femorale, la vena femorale e i linfonodi inguinali profondi. La parete anteriore è costituita dalla fascia lata la cui porzione centrale viene detta fascia cribrosa per la presenza di pertugi per il passaggio di numerosi vasi sanguiferi, tra cui la vena grande safena, e di vasi linfatici. La parete posteriore è caratterizzata, in senso latero-mediale, dal muscolo iliaco, dal muscolo psoas e dal muscolo pettineo; i muscoli pettineo e psoas, incontrandosi, formano una depressione detta fossa ileo pettinea. L'apice è diretto inferiormente e corrisponde alla sovrapposizione del muscolo sartorio col muscolo adduttore lungo; si prolunga nel canale dei adduttori che accoglie i vasi femorali e il nervo femorale [25].

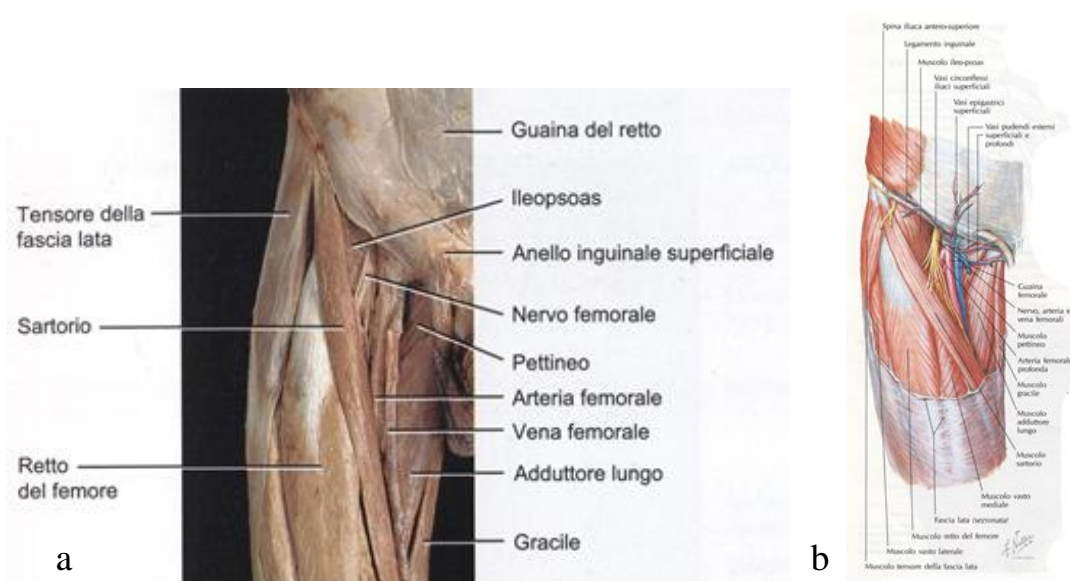


Figura 5: *Triangolo femorale: a) nel cadavere (Atlante Tortora, 2011); b) Tavola su vasi e nervi della coscia (Atlante Netter, 2004)*

In alternativa all'arteria femorale, a seconda delle condizioni, potrebbe essere necessario utilizzare altre arterie di grosso calibro (arteria ascellare o carotide comune) nel caso in cui la parete dell'arteria femorale sia sclerotizzata e possa, quindi, lacerarsi con facilità oppure, nel suo lume, siano presenti coaguli di sangue. Queste due condizioni impediscono il flusso normale del fissativo nel sistema vascolare, per cui grandi aree del corpo non lo ricevono; per la buona riuscita dell'embalming si procede, quindi, con l'iniezione in più di un'arteria.

A questo tipo di embalming, che chiamiamo ARTERIOSO si aggiungono altri due metodi che, supportando l'embalming arterioso [21], permettono di perfondere quelle aree del corpo che non vengono raggiunte dal fissativo o che ne hanno ricevuto poco; questi metodi sono:

- l'EMBALMING IPODERMICO: prevede iniezioni di fissativo tramite siringhe ipodermiche, effettuate nelle dita delle mani e dei piedi sotto il letto ungueale.

- l'EMBALMING SUPERFICIALE: prevede l'utilizzo di garze di cotone imbevute di fissativo direttamente sulla pelle, in quelle aree che presentano delle lesioni.

Come prevede il Regolamento di Polizia mortuaria, in Italia, la procedura di embalming deve essere eseguita alla presenza di un medico legalmente abilitato all'esercizio della professione ed è soggetta ad una autorizzazione amministrativa attribuibile alle competenze dell'autorità comunale che la rilascia dietro valutazione dell'A.S.L. di riferimento; tale procedura non può essere effettuata prima che sia trascorso il periodo d'osservazione, fissato per legge in almeno ventiquattro ore.

Per preservare al meglio i tessuti, dopo 24 h dalla morte, è bene effettuare un trattamento conservativo che consiste nell'iniettare in ognuna delle due cavità (toracica e addominale) 500 cc di formalina. Il cadavere, così preparato, viene conservato in cella frigorifera (4°C) fino al momento della perfusione. Si tenga ben presente che la buona riuscita del trattamento è inversamente proporzionale al tempo trascorso dal decesso.

2. MATERIALI E METODI

2.1. Organizzazione della sala settoria

Questo lavoro di tesi è stato svolto presso la nuova sala anatomica del Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie (DIBINEM), recentemente realizzata dall'Università di Bologna. La sala (figura 6) è dotata di laboratori all'avanguardia, costruiti rispettando la normativa di sicurezza vigente (D.L. 81/2008).



Figura 6: Nuova sala settoria "Giovanni Mazzotti" presso il DIBINEM, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, realizzata nel 2013

E' stata realizzata grazie alla lungimiranza e al generoso impegno del Professore Giovanni Mazzotti, Maestro di Anatomia Umana dell'Alma Mater Studiorum, recentemente scomparso e a lui dedicata.

La sala è organizzata su due piani. Nel piano seminterrato (figura 7) si eseguono la procedura di embalming e l'allestimento delle preparazioni anatomiche. E' provvista di un tavolo da dissezione con sistema di aspirazione, per i vapori del fissativo, e sistema di drenaggio per la raccolta dei liquidi cadaverici e delle acque di lavaggio. I liquidi raccolti seguono una procedura di smaltimento specifica in quanto non possono essere immessi nella rete fognaria. E' presente, inoltre, una cella frigorifera contenente 8 postazioni e una cappa chimica utilizzata per la preparazione delle soluzioni di embalming.



Figura 7: *laboratorio per la perfusione dei cadaveri e preparazione anatomica presso la sala settoria "Giovanni Mazzotti", Alma Mater Studiorum, Università di Bologna.*

Il piano rialzato della sala anatomica è utilizzato per le esercitazioni di Anatomia Settoria per gli studenti del CdL in Medicina e Chirurgia, medici in formazione specialistica e per corsi di alta formazione e master.

E' provvista di quattro tavoli da dissezione con sistema di aspirazione e drenaggio e lampade scialitiche. In aggiunta al sistema di aspirazione, vi è un impianto generale di ricambio dell'aria che assicura 40 ricambi/ora, in conformità alle vigenti normative.

2.2 Soluzioni di embalming

Per lo studio delle varianti anatomiche descritte in questa tesi sono stati utilizzati 11 cadaveri donati al Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie, sede Anatomia Umana, dell'Università di Bologna.

I cadaveri sono stati fissati con una soluzione di "embalming" seguendo il protocollo dell'Università del Maryland (USA). Viene preparata una soluzione madre aggiungendo percentuali diverse di formaldeide, fenolo, metanolo e glicerolo e diluita 1: 3 con acqua distillata prima dell'utilizzo. In tabella sono riportate le concentrazioni esatte della soluzione stock e di quella di utilizzo (soluzione di perfusione) (tabella 1).

Al termine della fissazione e durante ogni preparazione anatomica, i cadaveri sono costantemente umettati con la "wetting solution" seguendo il protocollo dell'Università del Maryland (USA). Tale soluzione è composta da:

- 10% isopropanolo

- 5% glicerolo

SOSTANZE CHIMICHE COMPONENTI LA MISCELA	SOLUZIONE STOCK (contenuto %)	DILUIZIONE DI UTILIZZO (1:3) (contenuto %)
FORMALDEIDE	5,6	1,83
FENOLO	27,8	9,26
ETANOLO	33	11
GLICEROLO	33	11

Tabella 1: componenti e relative concentrazioni delle sostanze chimiche utilizzate per la soluzione di embalming.

2.3 Procedura di embalming

Prima della perfusione i corpi sono stati posti sui tavoli da dissezione, svestiti e lavati con acqua e sapone germicida. I capelli sono stati rasati e conservati in appositi contenitori per la raccolta dei tessuti rimossi e destinati alla cremazione.

Individuata la zona del triangolo femorale, è stata effettuata un'incisione cutanea verticale a partire dal punto medio del legamento inguinale. Si è cercato di pulire il più possibile il sottocute dal tessuto adiposo che qui è molto abbondante (soprattutto nelle donne), per arrivare ad isolare l'arteria femorale dal suo involucro connettivale.

Sono stati effettuati due tagli trasversali nella parete anteriore dell'arteria femorale, attraverso i quali vengono inseriti due aghi cannula, collegati tramite tubi di silicone alla pompa di embalming, uno in senso caudale e uno in senso craniale.

Successivamente è stata isolata la vena femorale al fine di consentire il drenaggio del liquido di lavaggio. Prima di perfondere i cadaveri con il liquido di embalming, viene iniettata una soluzione di NaCl al 3% preriscaldata a 37°C, con funzione di anticoagulante. La soluzione viene introdotta tramite la pompa per embalming "PORTI-BOY MARK V" (The Embalmers Supply Company, Dundas ONT, Canada) ad una pressione compresa tra 2-10 psi (figura 8).

La pompa viene riempita con circa 15 l di liquido per l'embalming e nuovamente azionata. E' auspicabile controllare l'evoluzione del procedimento, in quanto si possono avere casi di perforazione dell'arteria o blocco della circolazione.

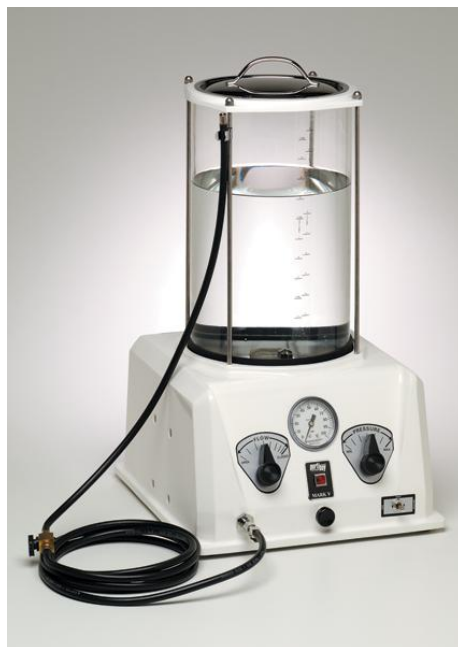


Figura 8: *Pompa per embalming*

Durante la procedura di embalming è stato effettuato un massaggio al corpo, in particolare alle estremità superiori ed inferiori, per facilitare la distribuzione del fissativo e promuovere la rottura dei coaguli ematici.

La buona diffusione del liquido nei tessuti è confermata dalla progressiva perdita di elasticità della cute, dall'indurimento dei tessuti e dalla comparsa di caratteristiche chiazze biancastre sulla cute. La comparsa delle suddette chiazze permette, quindi, di monitorare nel tempo l'efficienza del processo di perfusione. Qualsiasi regione del corpo che non presenti questo caratteristico impallidimento verrà successivamente fissata mediante iniezioni ipodermiche multiple.

Per la fissazione dell'encefalo è stato eseguito un trattamento addizionale. Con un trapano a mano si è praticato un foro a livello del bregma, punto di incontro tra la sutura coronale e quella sagittale sulla volta cranica; attraverso questo foro, con una siringa da 60 ml e un ago spinale, sono stati iniettati nella cavità cranica (spazio subaracnoideo) 150 ml di formaldeide al 25%.

Terminata la procedura di embalming, i cadaveri sono stati lasciati per 24h sul tavolo, coperti da un lenzuolo. Il giorno successivo sono stati riposti all'interno di sacchi di plastica, idonei alla loro conservazione, e conservate all'interno di celle refrigerate per almeno 5 settimane, per permettere ai composti chimici di fissare bene i tessuti. Periodicamente i cadaveri sono stati girati e controllati per valutare l'eventuale presenza di zone di colore roseo, indicanti inadeguata fissazione; in questi casi si è completato il trattamento mediante embalming ipodermico. Trascorso tale periodo il corpo può essere usato per le dissezioni anatomiche.

3. RISULTATI E CONCLUSIONI

3.1 Tripode (tronco) celiaco

La conoscenza dell'anatomia normale e delle varianti anatomiche dei vasi che originano dall'aorta addominale e che riforniscono gli organi nel distretto sovramesocolico, rappresenta il punto di partenza indispensabile per la pianificazione e l'esecuzione di operazioni chirurgiche in questo settore.

Il tronco celiaco (CT) emerge dalla parete anteriore dell'aorta addominale, al di sotto dell'origine delle arterie freniche inferiori. E' posizionato inferiormente allo iato aortico del diaframma, tra i due pilastri diaframmatici, a livello del disco intervertebrale T12-L1, a livello del bordo superiore della prima vertebra lombare [26]. Il tronco celiaco è responsabile della perfusione degli organi originati dall'intestino anteriore, ovvero fegato, stomaco, pancreas e parte del duodeno. Nella maggior parte dei casi esso si divide in tre rami a livello del margine superiore del pancreas: l'arteria gastrica sinistra (LGA), l'arteria epatica comune (CHA) e l'arteria splenica (SA) [27]. Questa suddivisione rappresenta la situazione più comune di ramificazione (Figura 9).

L'arteria epatica comune dall'origine decorre verso destra raggiungendo la prima parte del duodeno per poi dividersi in arteria gastroduodenale (GDA) e arteria epatica propria (PHA), che in corrispondenza dell'ilo epatico si divide, a sua volta, in arteria epatica destra ed arteria epatica sinistra.

L'arteria mesenterica superiore (SMA), originata dall'aorta addominale (AA) in corrispondenza di L1, rifornisce i visceri originati dall'intestino medio, ovvero parte del duodeno, la testa del pancreas, tutto l'intestino tenue, il cieco, il colon ascendente e i due terzi prossimali del colon trasverso.

Arteries of Stomach, Duodenum, Pancreas and Spleen

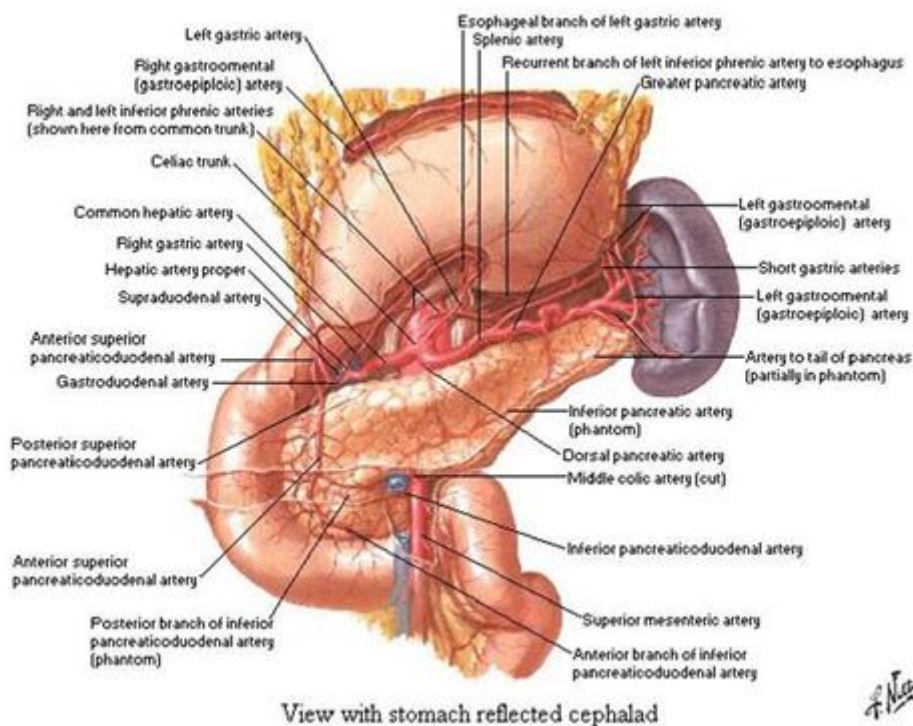


Figura 9: immagine mostrante il tripode celiaco e i suoi rami (da Netter Atlas, ed. Elsevier - Saunders, Edizione: VI)

La SMA emerge a livello di L1 dalla AA come ramo ventrale, passa davanti alla terza porzione del duodeno e successivamente continua il suo decorso all'interno della radice del mesentere. Dopo aver staccato le arterie pancreatico-duodenali inferiori, dalla concavità emette le arterie colica destra, colica media, ileo-colica, e dalla convessità le arterie digiunali [28].

Nel 75-90% degli individui il CT decorre orizzontalmente in avanti per circa 1,25 centimetri (la lunghezza può essere variabile, solitamente tra 8 e 40 mm). La triforcazione del tronco celiaco nel modo descritto precedentemente è stata

descritta per la prima volta da Haller (1756), [29] ed il "Tripus Halleri" viene considerato tuttora la conformazione anatomica più comune del CT (figura 10).

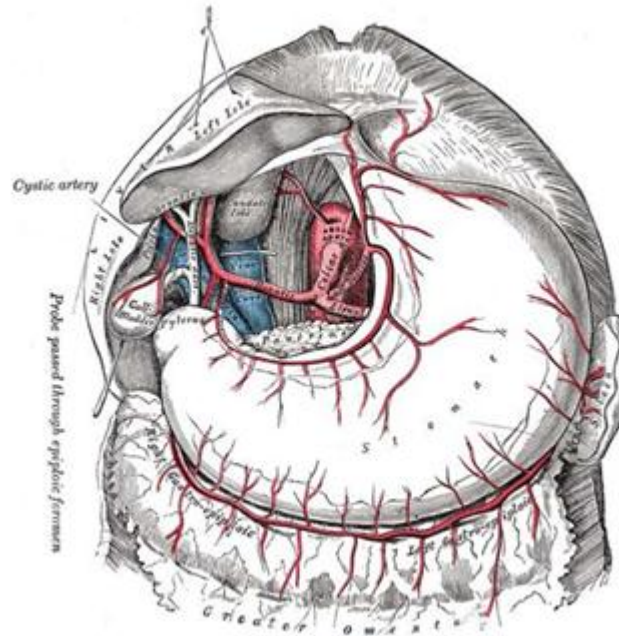


Figura 10: disegno del tronco celiaco e suoi rami (da Gray's Anatomy).

Sebbene il tronco celiaco si divida comunemente in tre arterie, non sono rari i casi in cui una delle componenti del CT origina direttamente dalla AA. Più rari sono invece i casi in cui le tre componenti originano come rami della AA senza prendere rapporto con gli altri vasi. Talvolta il CT origina insieme alla SMA formando un tronco comune, noto come "tronco celiaco-mesenterico (CMT)" [30].

Le varianti anatomiche del tronco celiaco sono state classificate per la prima volta da Adachi nel 1928 [31] sulla base di 252 dissezioni condotte su cadaveri giapponesi. Tale classificazione descrive sei tipi di divisioni del tronco celiaco e dell'arteria mesenterica superiore.

Un'altra classificazione è quella di Michels [32]

Tipo 1	ramificazione comune
Tipo 2	presenza di un tronco epato-splenico; l'arteria gastrica sinistra origina direttamente dall'aorta
Tipo 3	presenza di un tronco epato-spleno-mesenterico; l'arteria gastrica sinistra origina direttamente dall'aorta
Tipo 4	presenza di un tronco epato-gastrico; l'arteria splenica origina dall'arteria mesenterica superiore
Tipo 5	tronco spleno-mesenterico: le arterie splenica e gastrica di sinistra originano dal tronco celiaco; l'arteria epatica comune origina dall'arteria mesenterica superiore
Tipo 6	tronco celiaco-mesenterico: le arterie splenica, gastrica di sinistra, epatica comune e mesenterica superiore emergono da un tronco comune

Tabella 2: *classificazione delle varianti del tronco celiaco secondo Michels*

Il tronco celiaco rifornisce di sangue esofago, stomaco, milza, fegato, biliari e parte del complesso duodeno-pancreatico [26]. Per questo motivo, varianti anatomiche delle arterie epatiche e del tronco celiaco sono di notevole importanza in molte procedure chirurgiche, come nel trapianto di fegato e nella chirurgia laparoscopica (nella chirurgia addominale superiore sarebbe sempre opportuno preservare il flusso all'interno della arteria epatica al fine di evitare, o di minimizzare, eventuali complicanze ischemiche epatiche). La frequenza di

lesioni vascolari epatiche iatrogene aumenta in caso di anatomia aberrante e di varianti anatomiche della vascolarizzazione arteriosa addominale (CT, SMA, IMA).

La comprensione dell'anatomia normale e delle varianti anatomiche dipende dalla conoscenza dello sviluppo vascolare durante l'embriogenesi. Le arterie vitelline, inizialmente un numero variabile di vasi appaiati che riforniscono il sacco vitellino, a poco a poco si fondono e formano le arterie situate nel mesentere dorsale dell'intestino. Negli adulti, essi sono rappresentati dal tronco celiaco, dall'arteria mesenterica superiore e dall'arteria mesenterica inferiore. Questi vasi irrorano gli organi che si sviluppano dall'intestino primitivo anteriore, medio e posteriore, rispettivamente [33]. La presenza di varianti che colpiscono il tronco celiaco, l'arteria epatica e l'arteria mesenterica superiore potrebbe essere provocata da variabilità di fusione delle arterie vitelline primitive di destra e di sinistra quando si vengono a localizzare nella radice del mesentere dorsale.

Negli ultimi anni, l'introduzione di esami strumentali ad alta risoluzione, quali la TAC multistrato, ha permesso un approfondimento preoperatorio della vascolarizzazione e dei rapporti tra le strutture anatomiche di interesse, con l'obiettivo di evidenziare eventuali anomalie e di ridurre al minimo il rischio di danni iatrogeni durante le procedure chirurgiche. La TAC multistrato (MDCT) e la sua capacità di rappresentare strutture vascolari di dimensioni molto ridotte ha determinato una significativa riduzione dell'utilizzo di esami quali l'angiografia digitale sottrattiva (DSA) [34]. Tuttavia la TAC può essere utilizzata in combinazione con l'angiografia convenzionale per l'analisi e lo studio di eventuali varianti anatomiche del tronco celiaco e delle arterie

epatiche. L'anatomia di queste strutture può quindi essere studiata osservandone le caratteristiche tridimensionali ed il loro rapporto con gli organi adiacenti [35].

Durante la dissezione di un cadavere maschio caucasico di 98 anni abbiamo osservato che il tronco celiaco non mostra la classica triforcazione descritta da Haller. Nel nostro caso (figure 11, 12), dall'aorta addominale a livello di T12 originava un breve tronco, il quale si divideva subito in due vasi (arteria gastrica di sinistra e arteria epatica comune).

La lunghezza di questo tronco era di 3 cm ed aveva un diametro di 0,6 cm. Al di sotto di questo tronco dall'aorta addominale originava un secondo tronco che si divideva in due rami (arteria mesenterica superiore e arteria splenica). La distanza tra questi due tronchi era di soli 0,7 cm.

Di norma, l'arteria splenica dall'origine decorre in posizione retroperitoneale lungo il margine superiore sia del corpo sia della coda del pancreas, e poi si dirige verso l'ilo della milza. Nel caso analizzato, in ragione della bassa origine, l'arteria splenica era localizzata sotto ed anteriormente alla coda del pancreas, e risultava molto lunga e tortuosa (figura 13). Inoltre, abbiamo osservato che l'arteria dorsale pancreatico originava dall'arteria splenica inferiormente al corpo del pancreas, con decorso ascendente. La variante anatomica che abbiamo riscontrato potrebbe essere assegnata al IV tipo secondo la classificazione di Michels [36].



Figura 11: (a) tronco epato-gastrico; (b) arteria gastrica di sinistra; (c) arteria epatica comune; (d) arteria epatica propria; (e) arteria gastro-duodenale; (f) tronco spleno-mesenterico; (g) arteria splenica; (h) arteria mesenterica superiore; (i) arteria dorsale pancreatica; (j) aorta addominale; (k) lobo caudato del fegato. La vena porta (l) e il pancreas (m) sono stati ribaltati verso il lato destro, e la vena splenica (n) e la vena mesenterica inferiore (o) sono state sezionate e ribaltate verso destra.

Revisionando la letteratura, abbiamo trovato che 91 su 10.850 casi (0,9%) appartengono al IV tipo, in particolare 35 su 2721 casi (1,5%) sono stati trovati durante studi di dissezione

Su una larga scala di casi (10850 casi in 26 studi), il tipico tripode, costituito da tre rami (CT completo) si verificava nel 90,1%, il CT incompleto nel 6,7% dei casi, mentre altri tipi non inclusi nella classificazione di Adachi nel 2,5% di casi (inclusi anche i casi rari con assenza di CT).

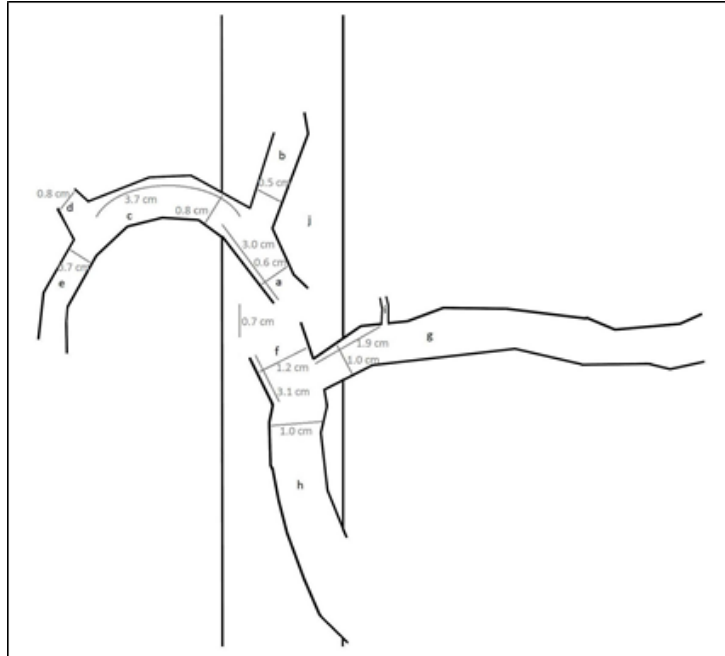


Figura 12: rappresentazione schematica di calibro e lunghezza dei vasi. (a) tronco epato-gastrico; (b) arteria gastrica di sinistra; (c) arteria epatica comune; (d) arteria epatica propria; (e) arteria gastro-duodenale; (f) tronco spleno-mesenterico; (g) arteria splenica; (h) arteria mesenterica superiore; (i) arteria dorsale pancreatica; (j) aorta addominale.

Nel tipo I, il CT è dato da LGA, CHA e SA; la SMA originava dall'aorta indipendentemente.

Nel tipo II la LGA originava direttamente dall'aorta, con un tronco epato-splenico, 330 casi su 10850, (3,5%) appartengono al tipo II.

Nel tipo III la LGA originava direttamente dall'aorta, mentre il CHA, SA e SMA avevano un tronco comune (tronco epato-spleno-mesenterico). Solo 51 su 10850 casi (0,5%) appartengono al tipo III.

Nel tipo IV le arterie LGA; CHA; SA e SMA avevano un tronco comune (tronco celiaco mesenterico), originante dall'aorta.

Nel tipo V, la LGA e la SA avevano un tronco comune (tronco gastro-splenico) mentre la CHA e SMA avevano un altro tronco comune (tronco epato-mesenterico), 221 casi su 10850 (2,2%) appartenevano al tipo V.

Nel tipo VI, le LGA e SA avevano un tronco comune (tronco gastro-splenico) mentre la CHA decorre dietro la vena porta e origina dalla SMA e stacca la GDA. Dei 10850 casi esaminati solo 44 casi (0,5%) appartenevano al tipo VI.

I restanti 238 casi (2,5%) non appartengono ad alcun tipo della classificazione di Michels.

Studi di "imaging" radiologico hanno confermato quanto già evidenziato con la dissezione, attribuendo al CT completo una percentuale pari all'89,1%; anche i tipi II-VI hanno percentuali assolutamente comparabili a quelle stabilite con la dissezione. [34, 35].

Le tre varianti più comuni, sono i tipi III, IV, e V seguendo la classificazione di Adachi, (tronco epato-spleno-mesenterico, tronco celiaco-mesenterico, tronco gastro-splenico più tronco epato-mesenterico) con una prevalenza rispettivamente dell' 0,5%, 0,9%, e 2,2%.

Matusz et al [37] e Shuang-Qin Yi [38] hanno descritto in un case report usando rispettivamente angiografia MDTC e dissezione anatomica, la mancanza del CT con la SA, LGA, a CHA che originano indipendentemente dall'aorta addominale; Nayak [30] e Jing Li [39] riferivano in due differenti case report altre due varianti differenti non incluse nella classificazione di Adachi: nel primo studio il CT si divideva in 5 rami che includevano i tre rami classici più l'arteria frenica sinistra e l'arteria gastroduodenale, nel secondo studio il tronco

splenico-gastroduodenale che si divideva nel SA e arteria gastroduodenale, mentre la LGA e l'arteria sinistra accessoria emergeva direttamente dall'aorta addominale.



Figura 13: (a) tronco epato-gastrico; (b) arteria gastrica sinistra; (c)arteria epatica comune; (d)arteria epatica propria; (e)arteria gastro-duodenale; (f) arteria splenica; (g) arteria mesenterica superiore; (h)vena porta; (i) vena mesenterica superiore; (l) pancreas. La foto è stata effettuata prima della resezione e riposizionamento delle strutture

I dati riportati dalla nostra osservazione sono molto interessanti perché questa variante, nonostante sia abbastanza rara, potrebbe apparire non attesa durante gli interventi chirurgici sul pancreas o altri organi di questa regione.

Le varianti anatomiche del tripode potrebbero teoricamente essere coinvolte nello sviluppo di condizioni patologiche. Nel nostro caso, invece, l'anamnesi clinica del soggetto ha indicato che la presenza del tronco spleno-mesenterico non aveva determinato insorgenza di alcuna patologia, il paziente non aveva

presentato alterazioni spleniche o del circolo intestinale, ed era deceduto per cause naturali.

Sebbene la presenza di varianti delle arterie che derivano dall'aorta addominale siano abbastanza frequenti, alcuni di esse sono rare, e la loro approfondita conoscenza non risulta di fondamentale importanza da un punto di vista chirurgico.

Suggeriamo inoltre che la conoscenza delle varianti sia necessaria nella pratica clinica. Le varianti di origine e decorso delle arterie possono avere importanti implicazioni durante procedure chirurgiche della regione addominale, quali ad esempio la chemio-embolizzazione di tumori del pancreas e del fegato, nonché nei trapianti di fegato.

3.2 Il circolo di Willis

“Vasa meningem tenuem intertextentia sunt arteriae et venae. Arteriae sunt quatuor, due carotides & due vertebrales. Ex utroque latere infundibuli arteriarum carotidum extremitates abscissae prostant, quarum trunci sursum ascendentes, statim ex utroque latere in ramum anteriorem & posteriorem diffunduntur” [40].

Queste poche righe sono parte della descrizione che lo stesso Thomas Willis fece della rete arteriosa che porta il suo nome (Figura 14), e senza ombra di dubbio Willis dimostrò la presenza di un circolo anastomotico alla base del cervello; tuttavia, anni prima di lui, Vesalio , Fallopio, Casserio e Webfer avevano già descritto un circolo arterioso alla base del cervello umano.

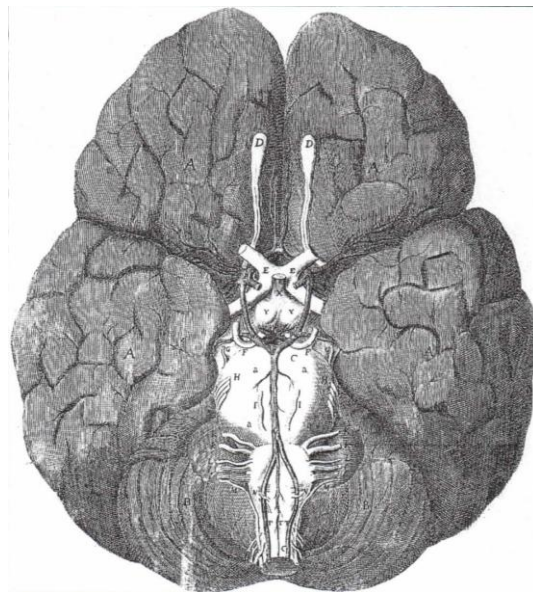


Figura 14: *Circolo di Willis. Tratto da "Cerebri Anatome", Londra, 1664. Rare Books, Wellcome Library, London.*

Thomas Willis fu però il primo a fornire una descrizione completa di questo modello vascolare e a capirne la possibile funzione. Nel suo “Cerebri anatome:

cui accessit nervorum descriptio et usus” (1664), fu in grado di mettere in relazione l’anatomia umana alla clinica delle malattie vascolari.

Il circolo di Willis è posto sulla faccia inferiore dell’encefalo, in rapporto con le parti del diencefalo che affiorano in superficie (chiasma ottico, tuber cinereum e corpi mammillari), accolto a livello della cisterna interpeduncolare. Esso ha la forma di un ettagono (7 lati), ed è il risultato di una anastomosi arteriosa tra il sistema dell’arteria carotide interna (sistema anteriore) e il sistema dell’arteria vertebrale (sistema posteriore). Presenta pertanto: un lato anteriore impari e mediano, dato dall’arteria comunicante anteriore congiungente le due arterie cerebrali anteriori, e tre lati pari e simmetrici; uno antero-laterale, costituito dal tratto iniziale dell’arteria cerebrale anteriore, ramo dell’arteria carotide interna; uno laterale, formato dall’arteria comunicante posteriore, che dall’arteria carotide interna si porta all’arteria cerebrale posteriore; uno postero-laterale, rappresentato dal tratto iniziale dell’arteria cerebrale posteriore, ramo dell’arteria basilare (Figura 15).

L’arteria cerebrale anteriore è la minore dei due rami terminali dell’arteria carotide interna che originano alla base dell’encefalo nella fossa interpeduncolare.

Rifornisce gran parte della superficie mediale dell’emisfero cerebrale contenente le aree corticali motorie e sensoriali relative all’arto inferiore.

L’intero percorso dell’arteria cerebrale anteriore può essere diviso in tre parti:

Segmento A1: dal termine dell’arteria carotide interna alla giunzione con l’arteria comunicante anteriore.

Segmento A2: dalla giunzione con l’arteria comunicante anteriore all’origine dell’arteria callosomarginale.

Segmento A3: distale all'origine dell'arteria callosomarginale. [41]

L'arteria cerebrale posteriore è il ramo terminale dell'arteria basilare. Riceve l'arteria comunicante posteriore.

Il percorso dell'arteria cerebrale posteriore può essere diviso in tre parti:

P1: dall'origine al punto in cui riceve l'arteria comunicante posteriore

P2: dal punto in cui riceve l'arteria comunicante posteriore alla superficie laterale del mesencefalo

P3: decorre nella scissura calcarina (termina con il nome di arteria calcarina)

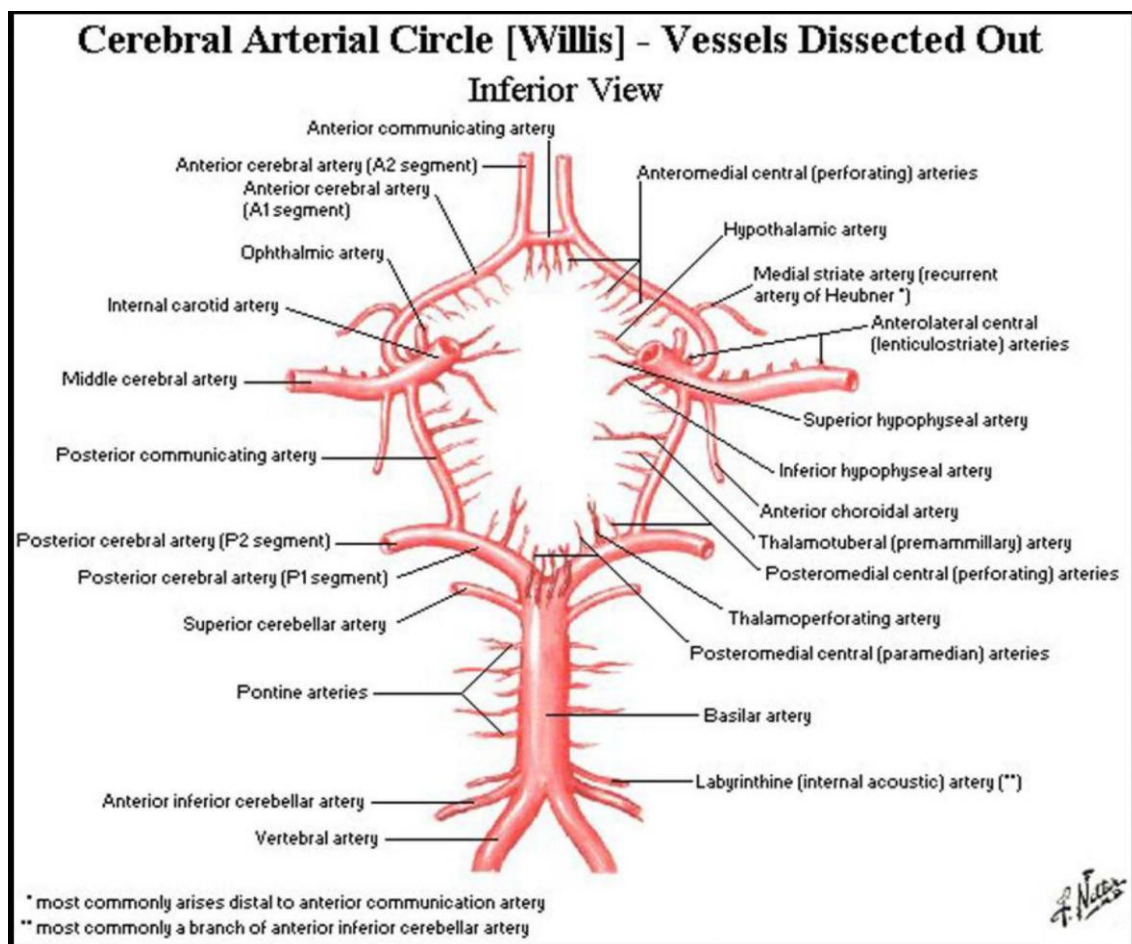


Figura 15: tavola anatomica del circolo di Willis (da Netter Atlas, ed. Elsevier - Saunders, Edizione: VI)

I tratti anastomotici del Circolo di Willis permettono il passaggio del sangue in varie direzioni, realizzando così un continuo conguaglio di portata fra arterie carotidi interne e arterie vertebrali, bilanciando le pressioni nel circolo in modo da ottenere una uniforme distribuzione del sangue in tutto l'encefalo. La parte terminale dell'arteria carotide interna forma un'ansa definita sifone carotideo, che ha la funzione di smorzare la pulsatilità del sangue prima che arrivi al cervello ed evitare brusche varianti di flusso. Infatti, se il sangue arrivasse dalle arterie carotidi e basilare ai piccoli vasi cerebrali in maniera diretta, provocherebbe sicuramente danni a causa della pressione troppo elevata [42].

Le anastomosi tra queste arterie producono un duplice vantaggio: evitano che il cervello sia privato della necessaria irrorazione sanguigna in caso di ostruzione di una delle arterie afferenti, e nello stesso tempo che sia raggiunto da un flusso di sangue troppo elevato. Per cautelarsi dal primo di questi rischi, in occasione della notevole riduzione di calibro di una delle due carotidi, l'altra compensa la mancanza fornendo un apporto maggiore di sangue. Per quanto riguarda il secondo tipo di rischio, se da uno dei vasi afferenti giunge un flusso troppo abbondante, questo viene redistribuito attraverso la rete di Willis, in modo che tutto il cervello sia irrorato uniformemente.

E ciò è indispensabile, infatti il cervello ha un elevato metabolismo, e di conseguenza richiede un afflusso di sangue continuo e spesso molto più alto del necessario. Esso è l'organo più sensibile all'ipossia ed in completa assenza di ossigeno può sopravvivere solo pochi minuti [43]. Pertanto, lo scopo principale del circolo di Willis consiste nel tutelare le condizioni di funzionamento regolare di tutte le arterie cerebrali.

Queste ultime sono arterie terminali, motivo per cui un funzionamento scorretto o una completa inefficienza provoca, nella zona del cervello rifornita da tali arterie, tutti i fenomeni relativi al deficit vascolare.

Diverse varianti sono state descritte e classificate a carico sia del sistema anteriore che del sistema posteriore. Queste varianti trovano una chiara spiegazione negli eventi embriologici della genesi vascolare cerebrale che così possono essere riassunti:

IV settimana: l'arteria carotide interna (ICA), che si sviluppa come un'estensione delle due aorte dorsali, è formata. Le due arterie neurali longitudinali decorrono lungo il rombencefalo e si fondono per formare l'arteria basilare. La porzione caudale dell'arteria carotide interna si anastomizza con le arterie neurali costituendo così l'arteria comunicante posteriore.

VIII settimana: le arterie cerebrali posteriori (PCAs) sono un'estensione delle arterie comunicanti posteriori (PCoAs).

XVI settimana: il sistema vertebrobasilare si sviluppa e quindi partecipa alla circolazione dell'arteria comunicante posteriore (PCA) attraverso il segmento tra l'arteria basilare e la parte comunicante posteriore del PCA, il segmento P1. In questa fase, tutti i vasi che compongono il circolo di Willis hanno lo stesso calibro.

XXII-XXIV settimana: rapida crescita dei lobi occipitali, che richiede un aumento della loro vascolarizzazione. Le arterie efferenti (PCA e / o P1) si dilatano per soddisfare l'aumentata richiesta funzionale. La preferenza per una crescita nelle dimensioni o del PCA o del P1 dipende dalla situazione emodinamica più favorevole.

Dopo la XXIV settimana il circolo si sviluppa in una delle tre varianti.

Configurazione ADULTA: il segmento P1 ha un diametro maggiore rispetto all'arteria comunicante posteriore (PCoA).

Configurazione TRANSITORIA: arteria comunicante posteriore (PCoA) e segmento P1 hanno lo stesso diametro.

Configurazione FETALE/ EMBRIONALE: il segmento P1 ha calibro minore rispetto all'arteria comunicante posteriore (PCoA). Le arterie carotidi interne (ICA) sono le principali fornitrici di sangue dei lobi occipitali.

Kameyana e Okinaka (1963) [44] proposero una classificazione ulteriore comprendente le varianti sulla parte anteriore del circolo oltre a quelle della parte posteriore

- Il segmento A1 è piu' largo sul lato del Tipo Posteriore Fetale (FTP) – unilaterale
- Il segmento A1 e' piu' piccolo sul lato FTP unilaterale
- Le arterie comunicanti anteriori (ACAs) sono di dimensioni normali, FTP unilaterale
- Tipo primitivo derivazione embrionale: le arterie comunicanti anteriori (ACAs) sono di dimensioni normali, FTP bilaterale
- Tipo adulto normale

Nel nostro Dipartimento, durante la dissezione anatomica di due cadaveri caucasici, abbiamo riscontrato la presenza di due varianti anatomiche del circolo vascolare cerebrale. Una di queste varianti (variante fetale, figura 16) è già stata descritta in letteratura; l'altra, (variante A1) non è ancora stata classificata (figura 17).

Lo studio del circolo del Willis puo' essere effettuato nel vivente con l'ausilio dell'angiografia computerizzata.3D. L'angiografia tomografica viene utilizzata

per studiare il percorso dell'arteria cerebrale anteriore (ACA) in pazienti con aneurismi dell'arteria comunicante anteriore (ACoA). Sono state evidenziate suggestive associazioni tra presenza di aneurisma e angolo di confluenza tra arteria comunicante anteriore (ACoA) e arteria cerebrale anteriore (ACA) [45].

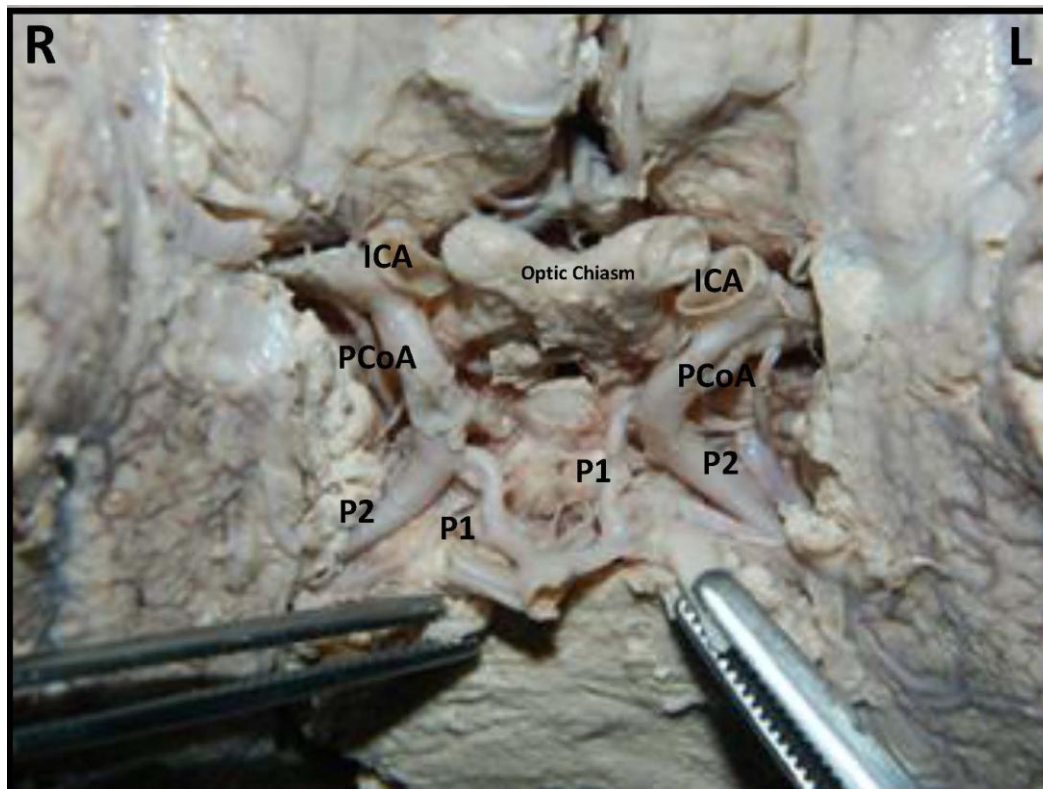


Figura 16: Variante fetale. Si noti che il segmento P1 dell'arteria cerebrale posteriore destra (PCA) ha calibro maggiore, ma e' piu' breve del segmento P1 dell'arteria cerebrale posteriore sinistra, e conseguentemente essi si anastomizzano con la rispettiva arteria comunicante posteriore (PCAs) ad angoli differenti.

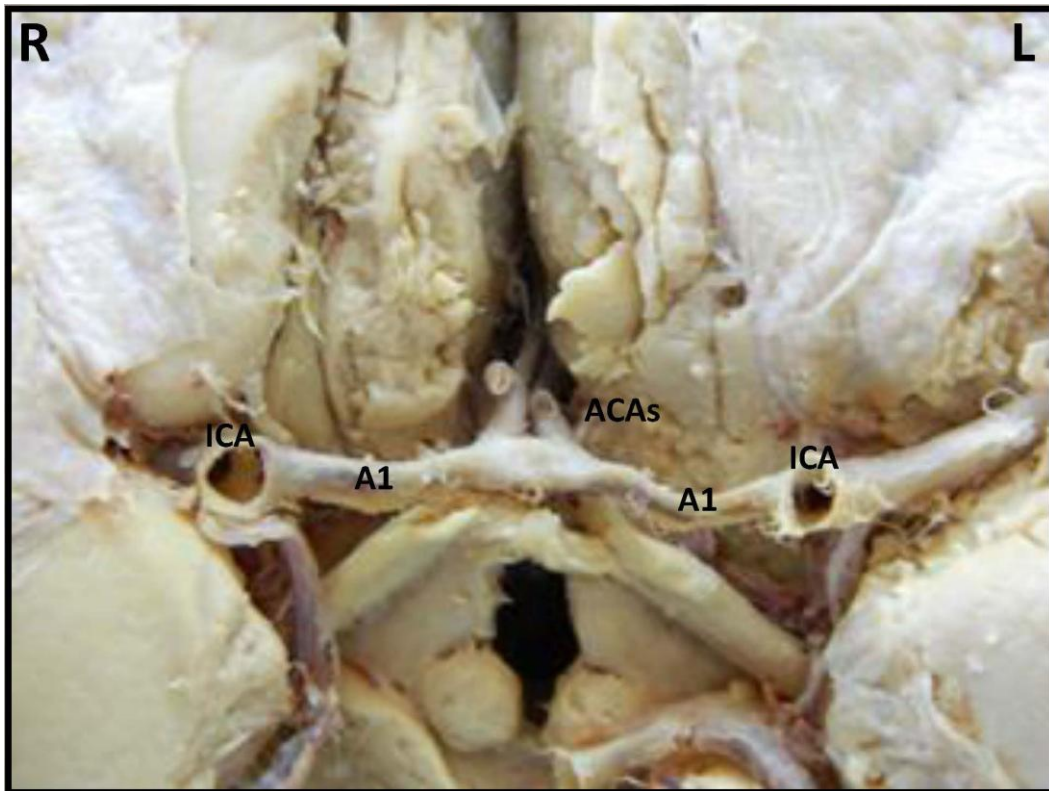


Figura 17: *Si noti che i due segmenti A1 delle arterie cerebrali anteriori si saldano a formare un vaso unico che decorre orizzontalmente tra le due arterie carotidi interne (ICAs). Il punto centrale di questo unico vaso da' origine alle due arterie comunicanti anteriori (ACAs). Questa variante, definita variante A1 non e' stata ancora descritta in letteratura.*

In letteratura è riportata la relazione che intercorre tra le varianti del circolo del Willis e lo sviluppo di aneurismi [46]. L'incidenza di varianti è significativamente più alta nei circoli con aneurisma rispetto ai circoli controllo senza aneurisma. Esiste una correlazione precisa tra i segmenti prossimali dell'arteria cerebrale anteriore, che si presentano asimmetrici, ed aneurismi dell'arteria comunicante anteriore; una correlazione evidente esiste tra asimmetria dell'arteria comunicante posteriore ed aneurisma della carotide interna. Alla luce di questi

risultati è probabile che alterazioni emodinamiche abbiano ripercussioni sul circolo del Willis, e che questo svolga un qualche ruolo nello sviluppo di aneurismi cerebrali [46].

Considerazione radiologica: talvolta nel vivente i vasi comunicanti non si apprezzano con le moderne tecniche di indagine radiologica, ma ciò si verifica semplicemente perché essi non sono implicati in circoli anastomotici.

3.3 Arteria vertebrale

L'arteria vertebrale (AV) è classicamente descritta come primo ramo dell'arteria succlavia nel suo tratto prescalenico. Risale nel collo, dietro al fascio vascolonervoso, in stretto rapporto con il nervo vago e il tronco del simpatico. Passa dietro il muscolo scaleno anteriore, poi piega indietro e passa attraverso i forami trasversari dalla sesta vertebra cervicale fino all'atlante. All'interno del canale trasversario è circondata da un plesso venoso e da un plesso nervoso. Uscita dal foro trasversario dell'atlante, piega medialmente e posteriormente e perfora la membrana atlantoccipitale posteriore e la dura madre.

Entra quindi nello spazio subaracnoideo dove si trova a lato del midollo allungato; decorrendo verso l'alto e medialmente, essa passa sulla faccia anteriore del bulbo e, raggiunto il solco bulbo-pontino, si unisce con l'arteria vertebrale controlaterale per formare l'arteria (o tronco) basilare (figura 18).

Prima di penetrare nel cranio, l'arteria vertebrale partecipa alla vascolarizzazione del midollo spinale cedendo le arterie spinolaterali del tratto cervicale. Nel tratto intracranico, l'arteria vertebrale stacca l'arteria cerebellare postero-inferiore (PICA), che si distribuisce alla parte posteriore della faccia inferiore del cervelletto.

In letteratura sono state descritte molte varianti che riguardano l'origine dell'arteria vertebrale: essa può originare dall'arco aortico, dall'arteria carotide comune, dall'arteria carotide interna o esterna, da altre diramazioni dell'arteria succlavia (come dal tronco tiro-cervicale); può avere una doppia origine, generalmente dall'arco aortico e dalla arteria succlavia [47].

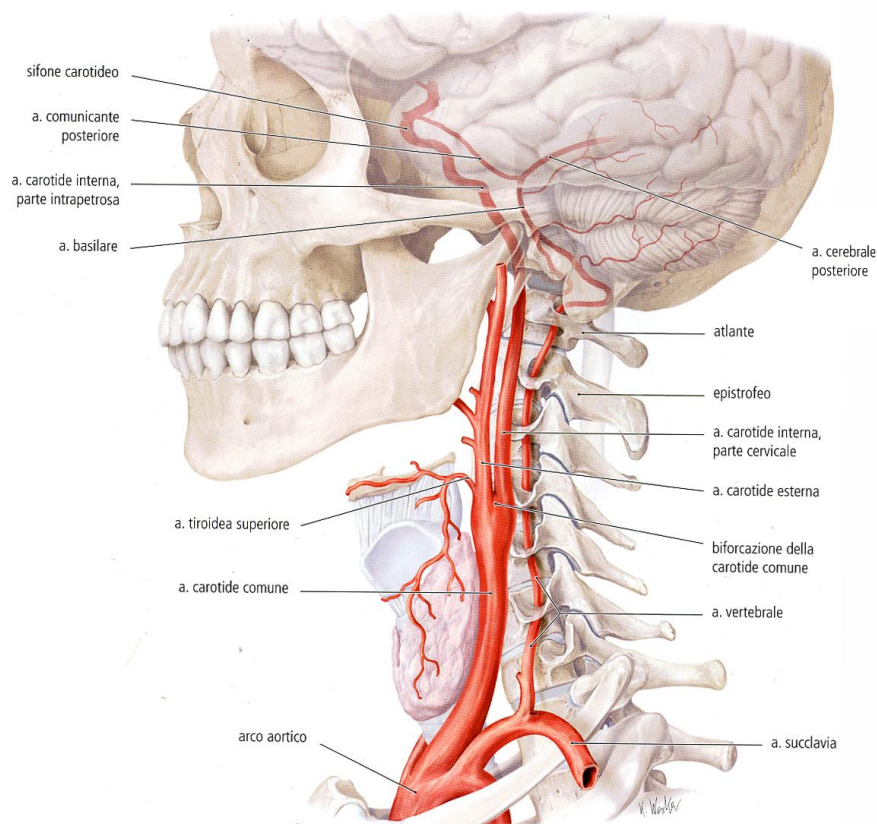


Figura 18: *origine e decorso dell'arteria vertebrale (tratto da Atlante Prometheus, Ed. Edises, Edizione: II)*

L'arteria vertebrale sinistra può originare dall'arco aortico [47], e quando questo accade, essa attraversa il forame trasversario della IV o della V vertebra cervicale [48].

L'origine dell'arteria vertebrale destra dall'arco aortico rappresenta una variante anatomica rara [48].

Le motivazioni della presenza di varianti nell'origine dell'arteria vertebrale sono molto probabilmente dovute ad alterazioni dei movimenti organogenetici. Le

arterie vertebrali si formano per lo sviluppo di anastomosi longitudinali che collegano la sesta e la settima arteria intersegmentale, che in un primo momento vanno a costituire il cosiddetto asse vascolare neurale. E' importante tener presente che le due arterie intersegmentali VI e VII sono situate inferiormente alle aorte dorsali e al cosiddetto condotto carotico, e prendono origine dal IV arco aortico, da cui si costituisce l'arteria succlavia.

Lo sviluppo normale porta alla scomparsa del VI ramo intersegmentale ed alla persistenza del settimo. Qualora invece persista il VI ramo intersegmentale invece del VII l'arteria vertebrale potrà originare dall'arco dell'aorta.

Le varianti dell'arteria vertebrale sono di solito riscontrate in pazienti sottoposti ad angiografie, e pertanto la casistica è fondamentalmente basata su questa indagine, in quanto risulta più difficile poter riscontrare queste varianti in dissezioni del cadavere.

Nel caso da noi esaminato durante la dissezione di un cadavere maschio caucasico di 85 anni, deceduto per cause naturali (non connesse a patologie cardiache), abbiamo riscontrato che l'arteria vertebrale sinistra origina dall'arco aortico, tra l'arteria succlavia sinistra e l'arteria carotide comune di sinistra (figura 19, 20).

Le varianti di origine della arteria vertebrale non sono state fino ad ora correlate a patologie del circolo cerebrale, anche se alcuni autori hanno sommessamente suggerito che varianti di origine dell'arteria vertebrale potrebbero produrre perturbazioni emodinamiche [49, 50].

In particolare, il caso da noi osservato in base ai dati anamnestici non supporta la possibilità che varianti dell'arteria vertebrale sinistra possano essere coinvolte nell'insorgenza di patologie vascolari cerebrali.



Figura 19: *variante anatomica dell'origine dell'arteria vertebrale. (a) arco aortico; (b) arteria anonima; (c) arteria carotide comune sinistra; (d) arteria vertebrale sinistra; (e) arteria succlavia sinistra.*

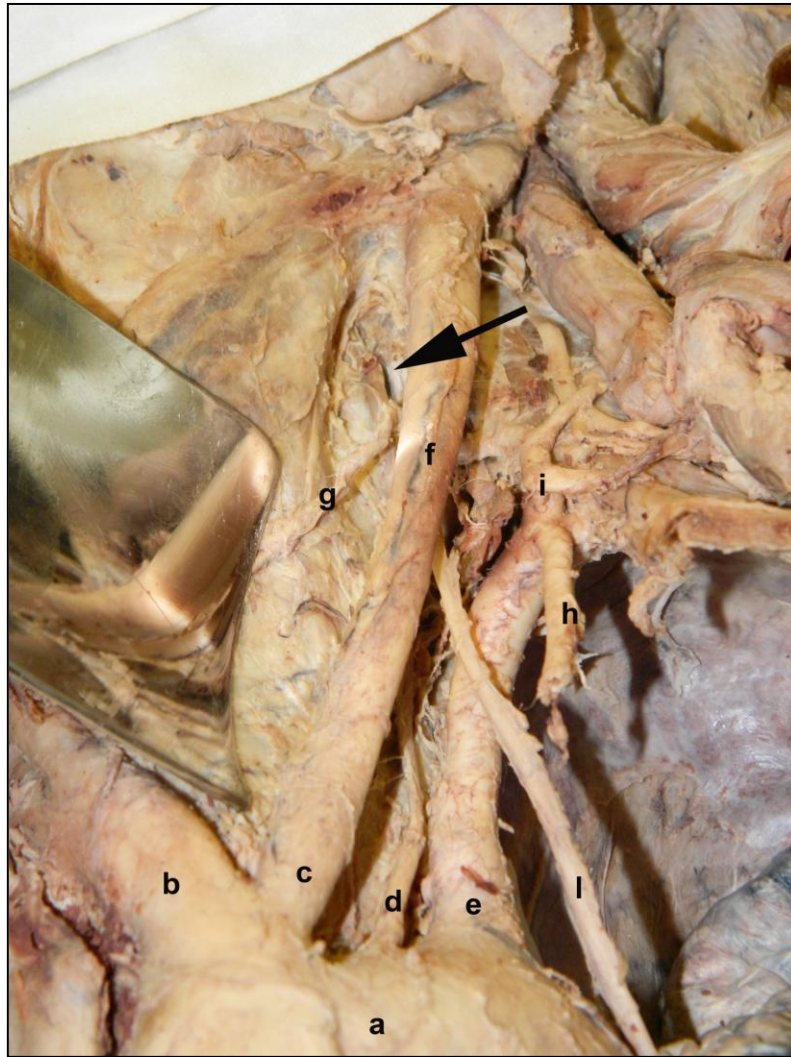


Figura 20: *decorso dell'arteria vertebrale. (a) arco aortico; (b) arteria anonima; (c) arteria carotide comune sinistra; (d) arteria vertebrale sinistra (freccia); (e) arteria succlavia sinistra; (f) arteria carotide esterna sinistra; (g) arteria tiroidea superiore sinistra; (h) arteria toracica interna sinistra; (i) tronco tireocervicale; (l) nervo vago.*

4. BIBLIOGRAFIA

1. Turney BW. Anatomy in a modern medical curriculum. *Ann R Coll Surg Engl.* 2007; 89: 104-7.
2. Bergman RA. Thoughts on human variations. *Clin Anat.* 2011; 24: 938-40.
3. Arráez-Aybar LA, Bueno-López JL, Moxham BJ. Anatomists' views on human body dissection and donation: An international survey. *Ann Anat.* 2014;196: 376-86.
4. *Embriologia umana ed anomalie congenite, da atlante di anatomia Netter.* A cura della CIBA-GEIGY edizioni-1983.
5. Ashraf Aziz M, Mckenzie J.C, Wilson J.S, Cowie R.J, Ayeni A.S, Dunn B.K. The human cadaver in the age of biomedical informatics. *Anat. Rec.* 2002; 269: 20-32.
6. Winkelmann A. Anatomical dissection as a teaching method in medical school: a review of the evidence. *Med Educ.* 2007; 41: 15-22.
7. Sugand K, Abrahams P, Khurana A. The anatomy of anatomy: a review for its modernization. *Anat Sci Educ.* 2010; 3: 83-93.
8. Older J. Anatomy: a must for teaching the next generation. *Surgeon.* 2004; 2: 79-90.
9. McHanwell S, Brenner E, Chirculescu A.R.M, Drukker J, van Mameren H, Mazzotti G, Pais D, Paulsen F, Plaisant O, Caillaud M.M, Laforêt E, Riederer B.M, Sañudo J.R, Bueno-López J.L, Doñate-Oliver F, Sprumont P, Teofilovski-Parapid G, Moxham B.J. The legal and ethical framework governing Body Donation in Europe – A review of current practice and recommendations for good practice. *Eur J Anat,* 2008; 12: 1-24.

10. Garrison F.: History of Medicine, Filadelfia, W.B. Saunders Company, 1966.
11. Cosmacini G. Galeno e il galenismo. Scienza e idee della salute. Franco Angeli Editore, 2012.
12. Bernabeo R.F. et al; La scuola medica bolognese - settecento anni di storia; vol I, 1988; Ed. Firma Libri.
13. Carlino A.: La fabbrica del corpo: libri e dissezione nel Rinascimento. 1994; Einaudi Editore.
14. Kenney CA. A historical review of the illustrations of the circle of Willis from antiquity to 1664. J Biocommun. 1998; 25:26-31.
15. O'Rourke Boyle M. Harvey, by Hercules! The hero of the blood's circulation. Med Hist. 2013; 57: 6-27.
16. DiDio LJ. Marcello Malpighi: the father of microscopic anatomy. Ital J Anat Embryol. 1995; 1:3-9.
17. Androustos G. Giovanni-Battista Morgagni (1682-1773): creator of pathological anatomy. J BUON. 2006; 11: 95-101.
18. Richet G. [Medicine in the Cuvier Report on Natural Sciences (1810)]. Hist Sci Med. 2000; 34: 71-95.
19. Mazzaello P, Haines D.E, Manto M.U. Camillo Golgi on Cerebellar Granule Cells. Cerebellum. 2012; 11: 5-24.
20. Brenner E. Human body preservation - old and new techniques. J Anat. 2014; 224: 316-44.
21. Ajmani M. L. EMBALMING, Principles and Legal Aspect; 2009; JAYPEE.

22. Bedino J. H. Embalming chemistry: glutaraldehyde versus formaldehyde. *Champion Expanding Encyclopedia of Mortuary. Practices*, 2003; 649: 2614–2632.
23. Bradbury S. A, Hoshino K. An improved embalming procedure for long-lasting preservation of the cadaver for anatomical study. *Acta Anat.* 1978; 101: 97–103.
24. Beck J. B. Arterial embalming fluid and method for embalming therewith. US Patent 3.293.127. (ed. US Patent Office), 1966; USA: Gold Crest Chemical Corporation Inc.
25. Martini F. H, Timmons M. J, Tallitsch R. B. *Anatomia Umana*. 2004; Edises, II edizione.
26. Sztika D, Zahoi D. E, Motoc A, Ureche M. F, Daescu E. CASE REPORT Anatomical variations of the hepatic portal vein associated with incomplete celiac trunk. *Rom J Morphol Embryol* 2011; 52: 695–698.
27. Chen H, Ryuichiro Y, Emura S, Shoumura S. Anatomic variation of the celiac trunk with special reference to hepatic artery patterns. *Ann Anat* 2009; 191: 399–407.
28. Varma KS, Pamidi N, Vollala VR, Bolla SR. CASE REPORT Hepato-spleno-mesenteric trunk: a case report. *Romanian Journal of Morphology and Embryology* 2010; 51: 401–402.
29. Haller VA. *Icones anatomicae quibus praecipuae aliquae partes corporis humani delineatae proponuntur et arteriarum potissimum historia continetur*. 1756 Gottingen.
30. Nayak SR, Prabhu LV, Krishnamurthy A et al. CASE REPORT Additional branches of celiac trunk and its clinical significance, *Romanian Journal of Morphology and Embryology*, 2008; 49: 247–249.

31. Adachi B et al. Das Arteriensystem der Japaner. 1928; Vol. 2. Verlag der Kaiserlich-Japanischen Universitat, Kyoto.
32. Michels NA et al. Blood supply and anatomy of the upper abdominal organs with descriptive atlas. 1955; Lippincott, Philadelphia.
33. Sadler TW. Digestive system. Langman's Medical Embriologh. 8th Ed. Philadelphia: Williams&Wilkins. 2000; p 270-330.
34. Ugurel S, Battal B, Bozlar U et al. Anatomical variations of hepatic arterial system, coeliac trunk and renal arteries: an analysis with multidetector CT angiography. The British Journal of Radiology, 2010; 83:661–667.
35. Song SY, Chung JW, Yin YH et al. Celiac Axis and Common Hepatic Artery Variations in 5002 Patients: Systematic Analysis with Spiral CT and DSA. Radiology. 2010; 255: 1-10.
36. Mariani GA, Maroni L, Bianchi L, Broccoli A, Lazzarini E, Marchegiani G, Mazzotti A, Mazzotti MC, Billi AM, Piccari GG, Cocco L, Manzoli L. Hepato-gastric and spleno-mesenteric arterial trunks: anatomical variation report and review of literature. Ital J Anat Embryol. 2013; 118: 217-22.
37. Matusz P, Miclaus GD, Ples H, Tubbs RS Loukas M. ANATOMIC VARIATIONS. Absence of the celiac trunk: case report using MDCT angiography. Surg Radiol Anat. 2012; 34:959–963.
38. Yi SQ, Terayama H, Naito M et al. Absence of the Celiac Trunk: Case Report and Review of the Literature. Clinical Anatomy 2008; 21: 283–286.
39. Vandamme JP and Bonte J. Systematisation of the arteries in the splenic hilus. Acta Anat. 1986;125:217-224.
40. Willis T, Cerebri Anatome. Londinii, 1664.

41. Krishnamurthy A, Nayak SR, Bagoji IB, D'Costa S, Pai MM, Jiji PJ, Kumar CG, Rai R. Morphometry of A1 segment of the anterior cerebral artery and its clinical importance. *Clin Ter.* 2010;161(3):231-4.
42. M. Collice. *Sulle spalle dei giganti: da Galeno a Winslow sul seno cavernoso e sul circolo anastomotico della base.* 2000; Monotipia Cremonese.
43. A. C. Guyton, *Trattato di fisiologia medica*, 3rd ed. Piccin, 1987.
44. Kameyama M, Okinaka S.H. Collateral circulation of the brain with special reference to atherosclerosis of the major cervical and cerebral arteries. *Neurology.* 1963; 13:279-86.
45. Kasuya H, Shimizu T, Nakaya K, Sasahara A, Hori T, Takakura K. Angles between A1 and A2 segments of the anterior cerebral artery visualized by three-dimensional computed tomographic angiography and association of anterior communicating artery aneurysms. *Neurosurgery.* 1999 ; 45: 89-93.
46. Kayembe K. N, Sasahara M, Hazama F. Cerebral aneurysms and variations in the circle of Willis. *Stroke.* 1984;15: 846-50.
47. Lemke A. J, Benndorf G, Liebig T, Felix R. Anomalous origin of the right vertebral artery: review of the literature and case report of right vertebral artery origin distal to the left subclavian artery. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1999; 20: 1318-21.
48. Schwarzacher S.W, Krammer E.B. Complex anomalies of the human aortic arch system: unique case with both vertebral arteries as additional branches of the aortic arch. *Anat Rec.* 1989 Nov;225(3):246-50.
49. Wasserman B. A, Mikulis D. J, Manzione J. V. Origin of the right vertebral artery from the left side of the aortic arch proximal to the origin of the left subclavian artery. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1992; 13: 355-8.

50. Albayram S, Gailloud P, Wasserman BA. Bilateral arch origin of the vertebral arteries. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2002; 23: 455-8.