

## Lezione 18

### Vascolarizzazione del Sistema Nervoso Centrale

La vascolarizzazione del midollo spinale e dell'encefalo, così come quella cardiaca, è definita di **tipo terminale**, cioè oltre un certo livello non esistono anastomosi efficienti. Ciò significa che, nel caso di una lesione a carico di un ramo terminale, si ha la comparsa della cosiddetta necrosi ischemica o infarto.

Fondamentalmente possono essere due le cause responsabili di tale patologia: la **trombosi** e l'**emorragia**. La trombosi è una coagulazione intravasale. Il **trombo** può formarsi in sito o in altre parti del corpo (**embolo**). I trombi mobilizzati vengono detti emboli e sono costituiti da corpi estranei, non miscibili col plasma sanguigno, quali coaguli di sangue, frammenti di tessuto necrotico o neoplastico e persino bolle d'aria, trasportati dal torrente circolatorio e capaci di bloccare un ramo terminale.

L'**ictus cerebrale** o colpo apoplettico è una lesione cerebrale acuta dovuta ad embolia.

Sono molto frequenti gli emboli che partono dall'arteria carotide interna (colpita da aterosclerosi), principale fonte di vascolarizzazione dell'encefalo. Da essa deriva infatti circa il 70% del sangue, il restante 20-30% deriva dalle arterie vertebrali.

Le occlusioni temporanee di questa arteria sono responsabili di una forma patologica detta **TIA** (attacco ischemico transitorio), in cui i soggetti colpiti possono manifestare paralisi del facciale o degli arti. Pur essendo questi dei fenomeni transitori, sono dovuti a lesioni aterosclerotiche della carotide e vanno considerati come dei campanelli d'allarme. Queste lesioni si manifestano per la presenza di placche ateromatose, a causa delle quali il sangue fatica ad arrivare al cervello o da cui possono partire degli emboli. Nei soggetti con placche ateromatose della carotide si può intervenire chirurgicamente "ripulendo" l'arteria dalle placche.

L'altra causa di infarto può essere l'emorragia, la cui gravità dipende dalla regione colpita. Se ad esempio raggiunge i ventricoli è assai problematico intervenire e porre rimedio.

#### VASCOLARIZZAZIONE DEL MIDOLLO SPINALE

Il midollo spinale è irrorato dalle arterie vertebro-midollari che originano dall'arteria vertebrale nel tratto cervicale e dalle arterie intercostali e lombari nel tratto toracico e lombare. Ogni arteria vertebro-midollare penetra nel canale vertebrale accompagnata da un nervo spinale e si divide in un **ramo vertebrale** e in un **ramo midollare**. Quest'ultimo, a sua volta, si divide in **arteria radicolare anteriore** e **arteria radicolare posteriore**. Le arterie radicolari anteriori, una volta giunte alla superficie del midollo spinale, decorrono nella sua

faccia anteriore e, unendosi a quelle del lato opposto, formano il **tratto anastomotico arterioso anteriore** o **arteria spinale anteriore**. Le arterie radicolari posteriori, raggiunta la superficie del midollo, si dividono in un **ramo ascendente** ed in uno **discendente** i quali, unendosi al ramo discendente sovrastante ed a quello ascendente sottostante, formano il **tratto anastomotico postero-laterale** o **arteria spinale posteriore** (pari e simmetriche).

Il tratto anastomotico arterioso anteriore ed i due tratti anastomotici arteriosi postero-laterali sono collegati tra loro da numerosissime arterie anastomotiche che formano sulla superficie del midollo spinale, nello spessore della pia madre, la **rete arteriosa perimidollare**, dalla quale si dipartono le **arterie perforanti** che si affondano entro il midollo spinale. I rami lunghi di queste arterie innervano la sostanza grigia, quelli corti la sostanza bianca. In alto le arterie spinali anteriore e quelle posteriori ricevono sangue dalla vertebrale.

Tra le arterie vertebro-midollari è particolarmente voluminosa l'**arteria di Adamkiewicz**, derivata da una delle ultime arterie intercostali o da una delle prime lombari, che irrorata la porzione terminale del midollo, a partire dal rigonfiamento lombare. Una lesione di questa arteria provoca paraplegia, incontinenza urinaria e, nel maschio, impotenza. Il decorso delle vene è simile a quello delle arterie.

#### VASCOLARIZZAZIONE DELL'ENCEFALO

Attraverso il **circolo cerebrale arterioso** l'encefalo assorbe il 15% del sangue circolante nel corpo. Il circolo cerebrale è costituito dal **circolo anteriore**, che fa capo alle arterie carotidi interne e che apporta il 70% del sangue e dal **circolo posteriore**, che fa capo al sistema delle arterie vertebrali e che apporta il 30% del sangue. Circolo anteriore e posteriore sono collegati tra loro dal **poligono di Willis** (illustrato nel 1600 dall'anatomico padovano *Giulio Casserio*), che rappresenta una sorta di camera di compensazione per il circolo cerebrale. È un circolo anastomotico localizzato nella faccia inferiore del cervello, in rapporto con la sostanza perforata anteriore, di lato al chiasma ottico e con la sostanza perforata posteriore, dietro ai corpi mammillari. Il compito del poligono di Willis è quello di rendere maggiormente uniforme la distribuzione del sangue all'encefalo.

#### Circolo anteriore

Il circolo anteriore è garantito dalle due **arterie carotidi interne**, ciascuna delle quali decorre nel seno cavernoso della dura madre. Fuoriuscita dal seno cavernoso, ogni arteria dà luogo a due importanti rami che non entrano a far parte del poligono di Willis: l'**arteria oftalmica**, che si porta all'occhio e l'**arteria cerebrale media** o **silviana**.

La **cerebrale media** è la più grande arteria che irrorata il cervello, percorre la scissura laterale del Silvio e si distribuisce a quasi tutta la superficie esterna dell'emisfero cerebrale e alla parte laterale dei lobi orbitario e temporo-occipitale. Termina come **arteria del giro**

**angolare** (o **arteria della piega curva**) a livello dell'area 39 (centro verbo-visivo in cui i grafemi vengono trasformati in fonemi, dando la capacità di comprendere le parole scritte). Alcuni individui con disturbi a questo livello riescono a capire meglio una lettura fatta ad alta voce: i grafemi vengono inviati all'area 22 (centro verbo-acustico e della comprensione del linguaggio parlato) e da qui andranno tramite il fascicolo arcuato alle aree 44 e 45 o **area premotoria del Broca**. Una lesione a livello della parte anteriore dell'arteria silviana di sinistra, causa spesso **disartria** e **agrafia** (afasia motoria). Se la lesione colpisce parti corrispondenti dell'emisfero destro si ha mancanza di **enfasi** (aprosodia).

Quando l'arteria carotide interna giunge al poligono, dà luogo alle **arterie cerebrali anteriori destra e sinistra**, che si uniscono tramite l'**arteria comunicante anteriore** e alle **arterie comunicanti posteriori**.

#### Circolo posteriore

L'**arteria vertebrale**, ramo dell'arteria succlavia, decorrendo verso l'alto e medialmente passa sulla faccia anteriore del midollo allungato, raggiunto il solco bulbo-pontino si unisce con quella eterolaterale formando l'**arteria basilare**. Dall'arteria vertebrale emerge l'**arteria cerebellare infero posteriore**, la cui lesione dà la **sindrome laterale del bulbo** (sindrome di Wallemborg).

L'**arteria basilare** è impari e mediana, sale verso l'alto sulla faccia anteriore del ponte accolta nel solco basilare, giunta al solco prepontino si biforca nelle due arterie cerebrali posteriori, che piegano lateralmente circondando ciascuna il corrispondente peduncolo cerebrale del mesencefalo.

Dall'arteria basilare emergono l'**arteria cerebellare infero-anteriore e superiore** e diverse **arterie pontine**, tra cui quella per il labirinto dell'orecchio interno (**arteria labirintica**).

#### Poligono di Willis

È formato da: **arterie cerebrali anteriori, arteria comunicante anteriore, arterie comunicanti, arterie cerebrali posteriori**. Non fanno parte del poligono: arteria carotide interna, arteria cerebrale media, arteria corioidea anteriore.

Dal poligono di Willis, che rappresenta un importantissimo sistema anastomotico tra i due circoli carotidei (attraverso la comunicante anteriore) e tra il circolo carotideo e quello vertebro-basilare (attraverso la comunicante posteriore), originano le arterie destinate ad irrorare il cervello. Le arterie del cervello, in base ai loro territori di distribuzione, vengono distinte in **arterie corticali, arterie centrali ed arterie corioidee**.

Le arterie centrali provvedono alla vascolarizzazione dei nuclei della base e delle capsule interna. Sono arterie a carattere terminale, infatti non contraggono anastomosi nè tra

loro nè con le arterie midollari derivate dalle arterie corticali. Ad esempio: uno dei rami centrali della cerebrale anteriore (sono detti **arterie striate mediali**) è l'**arteria ricorrente di Heubner**, presente in un buon numero di soggetti, essa penetra nell'emisfero cerebrale e va ad irrorare una parte del braccio anteriore e del ginocchio della capsula interna. Una lesione di questa arteria può dare dei quadri di paralisi che colpiscono il fascio genicolato e le vie piramidali nel tratto più anteriore (destinato all'arto superiore). Una lesione di questo tipo dà paralisi dei nuclei dei nervi cranici e monoplegia dell'arto superiore, entrambe eterolaterali.

Altri esempi sono le **arterie striate anteriori laterali**, rami dell'arteria cerebrale media, che possono avere dei rami lunghi e dei rami brevi. Tra queste c'è l'**arteria della morte improvvisa**, che va ad irrorare il ginocchio della capsula interna e la parte anteriore del braccio posteriore. Una lesione a tale livello può provocare paralisi respiratoria e morte. Altri rami vanno ai nuclei dei gangli della base. Ischemie di questa zona danno manifestazioni di **ipercinesia** tipo **corea** (che in greco significa danza). Le lesioni che colpiscono l'arto superiore, di solito sono dovute a lesioni della cerebrale anteriore.

Le arterie cerebrali possono essere sede di **aneurisma subaracnoideo**, la cui rottura causa sintomi quali mal di testa, dolore ingravescente e rigidità nucale (segni di **meningismo**), per **colata del sangue in regione sotto-tentoriale**. Quando il sangue comprime l'encefalo ed invade i ventricoli, si può morire.

#### Arteria cerebrale anteriore

L'arteria cerebrale anteriore fa parte del poligono di Willis e si unisce a quella **eterolaterale** tramite la **comunicante anteriore**. Una lesione a carico di questa arteria, prima che giunga alla comunicante anteriore, le permette di essere perfusa nella sua parte distale grazie a quella eterolaterale, attraverso la comunicante anteriore.

Il percorso dell'arteria cerebrale anteriore è stato individuato con metodi diagnostici basati sull'**angiografia**. Essa passa sulla base degli emisferi, irrorando il giro retto e si porta medialmente a circondare il corpo calloso. A questo livello si divide in due rami: uno che prosegue posteriormente sul corpo calloso, detto **arteria pericallosa** ed uno che passa per la scissura del cingolo sulla faccia mediale dell'emisfero cerebrale, detto **arteria calloso-marginale**. Dopo aver percorso la faccia mediale dell'emisfero cerebrale, sempre parallelamente al solco del corpo calloso, questa arteria fornisce l'**arteria frontale interna anteriore** e termina con l'**arteria frontale interna posteriore** (che sale al lobulo quadrilatero della faccia mediale dell'emisfero cerebrale, irrorando l'area motrice supplementare).

La cerebrale anteriore irroro la faccia mediale dell'emisfero cerebrale (eccetto il lobo occipitale) fino alla scissura perpendicolare interna, una piccola parte della circonvoluzione della parte orbito-frontale ed il corpo calloso; irroro inoltre le parti supero-laterali dei lobi frontale e parietale sulla faccia laterale dell'emisfero cerebrale. Questa regione, in cui arriva anche l'arteria cerebrale media, costituisce lo **spartiacque cerebrale**, ossia una zona

scarsamente vascolarizzata. Lesioni a livello della zona di spartiacque, in corrispondenza del lobo parietale laterale (soprattutto a destra), possono dare dei quadri simili a quello del **negletto corporeo** o **della disattenzione**, perché vengono interrotte le connessioni tra la corteccia associativa e le aree occupate dallo schema corporeo che proiettano alla circonvoluzione dell'ippocampo.

Le altre lesioni che possono interessare l'arteria cerebrale anteriore sono quelle a carico dei suoi rami e la gravità dipende dai rami colpiti e dalle aree corrispondenti. Una lesione a livello dell'arteria frontale interna posteriore, responsabile dell'irrorazione nella parte mediale dell'homunculus motorio, determina deficit al piede e agli sfinteri. Se viene colpita l'arteria frontale anteriore, si ha una lesione dell'area motoria supplementare (area 6) posta più anteriormente, che causa **acinesia** ossia difficoltà ad iniziare il movimento o **bradicinesia**. Se vengono colpiti i rami che irrorano le fibre anteriori del corpo calloso, si avrà difficoltà nella distribuzione delle informazioni da un emisfero all'altro. Infatti il corpo calloso assicura il controllo reciproco delle aree corticali simmetriche dei due emisferi ed il trasferimento dei messaggi sensoriali. Ciò è evidentemente molto importante nei meccanismi dell'apprendimento, della memoria e del linguaggio.

#### Arteria cerebrale media

L'arteria cerebrale media o silviana è il più grande dei rami della carotide interna che irrorano l'encefalo. Dalla sua origine essa si porta lateralmente all'interno della parte inferiore del lobo temporale, da cui raggiunge la scissura laterale del Silvio, ne segue l'andamento e termina con l'**arteria del giro angolare**, che irroro i centri della comprensione e del linguaggio (area 39). Una lesione a quest'area nel lobo sinistro causa **afasia sensoriale**. Se viene colpito il lobo destro si hanno disturbi meno evidenti nella comprensione del linguaggio, perché il paziente non comprende i toni interrogativi od enfatici.

I **territori centrali di distribuzione** sono: il nucleo caudato, il nucleo lenticolare, parte del talamo e della capsula interna, la capsula esterna.

Lesioni a carico della cerebrale media hanno un diverso quadro, a seconda che venga colpita l'arteria destra o sinistra. Se viene colpita l'arteria sinistra, appartenente all'emisfero dominante, si hanno gravi disturbi a livello del linguaggio, come l'**afasia globale** di carattere motorio e sensitivo. Questo quadro sarà mascherato dal manifestarsi di un'**emiparesi** molto grave con paralisi prima flaccida (emiplegia) poi spastica. Le lesioni sono ridotte se viene, ad esempio, colpita l'**arteria parietale ascendente** (ramo della cerebrale media). In questo caso le lesioni sono prevalentemente di carattere sensitivo (anestesia, ossia perdita della sensibilità) e parzialmente di carattere motorio, se vengono colpiti rami diretti alla capsula interna. Se viene colpita l'arteria destra e quindi i rami che vanno ai centri del linguaggio nell'emisfero minore, si hanno lesioni meno gravi, infatti il soggetto è in grado di parlare e di capire ma il tono diventa molto monotono (aprosodia) e non ha la capacità di distinguere

una domanda da un'affermazione, in quanto manca l'**aspetto enfatico** del linguaggio. Il soggetto perde inoltre la capacità di orientarsi con una mappa o in una città. Se la lesione colpisce il ramo terminale e quindi l'arteria del giro angolare (area 39), avremo **dislessia** con alterazione della capacità verbo-visiva, deficit di memoria a breve termine e difficoltà di discriminazione sia visiva (disturbi dell'orientamento spaziale) sia acustica.

Le lesioni a carico dell'arteria cerebrale media provocano soprattutto **afasia**, ma ci sono anche lesioni a carico dei rami diretti al lobo occipitale che si manifestano come **emianopsie omonime**.

Se vengono colpite le arterie che irrorano l'area premotoria, si avrà **atassia**, perché le fibre che vengono colpite provengono dal cervelletto; se viene colpita la corteccia dell'area prerolandica avremo un'**emiplegia** dei distretti corporei innervati dalle fibre provenienti dall'area colpita.

Se viene colpito il ramo che irroro l'area premotoria (area 6) e l'area del Brocà (area 44 e 45) si avrà **afasia motoria**, accompagnata o meno da **agrafia**. Se viene colpita l'area della corteccia rolandica si avrà **emiplegia** e quindi agrafia. Se viene lesa l'arteria che si trova nella circonvoluzione parietale ascendente, avremo difficoltà nella percezione delle sensazioni o addirittura incapacità di sentire stimoli tattili. Se vengono colpiti i rami temporali superiori si avrà **afasia sensoriale**.

#### Arteria corioidea anteriore

È un ramo della carotide interna che non fa parte del poligono di Willis. Nel suo decorso irroro i **plexi corioidei**, parte del **talamo** e della **capsula interna** (porzioni del braccio posteriore, del segmento retrolenticolare e del segmento sottolenticolare) e coda del **nucleo caudato**.

#### VASCOLARIZZAZIONE DELLA CAPSULA INTERNA

La capsula interna contiene fibre che decorrono dal talamo alla corteccia e dalla corteccia al talamo, al tronco cerebrale ed al midollo spinale. Consiste di cinque differenti parti così denominate in sezione orizzontale:

- il **braccio anteriore**: costituito dal **peduncolo anteriore del talamo**, dove decorrono le fibre talamo corticali di provenienza dal nucleo dorso-mediale del talamo e le fibre che provengono dal nucleo anteriore del talamo; dal **fascio cortico-pontino frontale dell'Arnold** che si reca ai nuclei basilari del ponte; dalle fibre dell'**area 8 cortico-oculomotrici**.
- il **ginocchio**: costituito da fibre **cortico-nucleari** o **fascio genicolato**;
- il **braccio posteriore**: costituito dal **fascio piramidale**; dal **peduncolo superiore del talamo** formato da fibre talamo-corticali provenienti dal nucleo ventro-laterale del talamo e dal nucleo ventrale posteriore (radiazione

sensitiva); dalle fibre **cortico-rubre** e **cortico-reticolari**;

- il **segmento retrolenticolare**: costituito dal **peduncolo posteriore del talamo** a sua volta costituito dalle **fibre della radiazione ottica**;
- il **segmento sottolenticolare**: costituito dal **peduncolo inferiore del talamo** formato dalle **fibre della radiazione acustica**; dal **fascio cortico-pontino temporale del Turck**.

La **capsula interna** è irrorata dalla cerebrale anteriore, dalla cerebrale media e dalla corioidea anteriore.

Le lesioni che colpiscono le arterie possono ledere fibre ben specifiche, le sedi più frequenti sono ginocchio e braccio anteriore. Quelle del braccio anteriore causano l'interruzione delle vie di unione tra il cervello limbico e il cervello raziocinante, con gravi ripercussioni sul carattere. Quelle del ginocchio possono provocare una paralisi dei muscoli innervati dai nervi cranici.

Le lesioni che interessano il braccio posteriore, essendo compromesse le vie piramidali, provocano un'**emiplegia**, se vengono risparmiate le vie cortico-reticolari si può avere una situazione di **emiparesi** in estensione, in cui l'arto lesa viene usato come appoggio e dallo stesso lato dell'arto lesa avremo una paralisi parziale della faccia. Una lesione della porzione posteriore del braccio posteriore provoca gravi disturbi della sensibilità. Una lesione del segmento retrolenticolare causa disturbi visivi. Una lesione del segmento sottolenticolare causa disturbi uditivi.

#### Arteria cerebrale posteriore

Deriva dalla biforcazione dell'arteria basilare, circonda il tronco encefalico, passa sotto il talamo e lo splenio del corpo calloso fornendo dei rami molto importanti, si porta a livello della **fessura del Bichat** e si divide in un ramo laterale occipito temporale ed in un ramo mediale, che termina come **arteria calcarina** dopo aver costeggiato il margine infero-mediale dell'emisfero. Lungo il suo decorso irrori: il tronco encefalico, la faccia inferiore dell'emisfero cerebrale (parte retrostante la scissura del Silvio, tranne il polo temporale e la parte anteriore della circonvoluzione temporale anteriore), la faccia mediale (lobo occipitale), la faccia laterale (lobo occipitale e parte posteriore del contorno inferiore del lobo temporale), il corno di Ammone, la fascia dentata, il talamo, il nucleo subtalamico, il plesso corioideo laterale (parte posteriore).

I rami temporali irrorano la zona corrispondente all'area 37, dove arriva il cosiddetto fascio del "cosa" in cui avviene il riconoscimento delle facce, delle forme e dei colori.

La lesione del ramo temporale dà **acromatopsia** e **aprosopognosia**. La lesione delle arterie che irrorano il talamo danno una sindrome molto dolorosa, che si chiamerà **sindrome talamica con compromissione della sensibilità**. La lesione dell'arteria che irrori il **nucleo subtalamico del Luys** dà manifestazioni di **ipercinesia** come l'**emiballismo**. Le alterazioni

delle fibre che irrorano la porzione ottica daranno delle **emianopsie omonime**; si può avere **cecità totale** solo se vengono compromesse tutte e due le arterie che irrorano le aree 17 (sui labbri della scissura calcarina, come avviene quando un embolo si incunea nel punto di biforcazione dell'arteria basilare).

Le lesioni che riguardano l'**irrorazione del tronco encefalico** (arterie derivate da rami della cerebrale posteriore o da rami della basilare o della vertebrale) hanno una manifestazione caratteristica. Se vengono colpite queste arterie che fanno parte del circolo posteriore, si ha una lesione **del nucleo motore del nervo cranico nel lato della lesione** ed un'**emiplegia** della parte controlaterale del corpo e disturbi sensitivi, perché le vie piramidali non si sono ancora incrociate e lo stesso avviene per le vie sensitive. Esiste quindi una dissociazione tra paralisi nucleari e lesioni che colpiscono i tratti lunghi. I grandi tratti sono colpiti eterolateralmente, i nervi cranici omolateralmente. Un esempio è rappresentato dalla **paralisi di Weber**, che dà **cicloplegia omolaterale** (paralisi dell'oculomotore) da un lato ed **emiplegia eterolaterale** e **anestesia** dall'altro. Questa è una sindrome alterna dovuta ad una lesione che colpisce sia le vie piramidali che il nucleo dell'oculomotore. Se vengono lese le arterie che fanno parte del circolo anteriore, come le arterie centrali, non si manifesta questa paralisi alternata, ma si avrà una lesione del nervo cranico e dei tratti lunghi dello stesso lato.

## VERNE

Le **vene** si distinguono in **cerebrali superficiali** e **profonde**.

Le prime sono tributarie in avanti del seno cavernoso e trasverso, in dietro del seno retto e originano dalla **rete venosa piaie**, dividendosi in **vene superiori** e **vene inferiori**. Tra le vene superficiali più importanti esistono due vene anastomotiche che sono quella **di Troland**, che dal seno sagittale superiore della dura madre scende nella scissura laterale del Silvio, mettendo poi capo al seno cavernoso della dura madre ed è la più grande delle due. Quella **di Labbè** è posteriore. Un'altra vena è la **basilare (del Rosenthal)**, che origina sotto la sostanza perforata anteriore dell'emisfero cerebrale per unione delle vene: **limbica anteriore, olfattiva, dell'insula, corioidea anteriore e della sostanza perforata anteriore**. Prima di circondare il peduncolo cerebrale, si anastomizza con la vena eterolaterale formando la **vena comunicante posteriore**, per piegare poi medialmente ed aprirsi nella **grande vena cerebrale del Galeno**.

Le vene cerebrali profonde raccolgono il sangue refluo dai nuclei della base e dalle capsule interna ed esterna di ciascun emisfero cerebrale e dalle formazioni corioidee del terzo ventricolo e dei ventricoli laterali. Una delle vene cerebrali profonde è la **vena celebrale interna**, che si forma sopra il **forame del Monro** per l'unione delle vene: del **setto pellucido, talamo striata (terminale), corioidea posteriore**. Decorre nella tela corioidea



del terzo ventricolo per poi unirsi con quella controlaterale, formando la **grande vena di Galeno**, che piega in alto dietro lo splenio del corpo calloso e sbocca nel seno retto dopo aver ricevuto la vena basilare. La **vena talamo striata** è la più importante, perché decorre nel forame del Monro sede di **meningiomi (gliomi)**; l'ostruzione del forame di Monro è causa di **idrocefalo interno**, perché il liquor non può più defluire dai ventricoli laterali al terzo ventricolo. La presenza della vena terminale rende quindi assai problematico l'intervento chirurgico di disostruzione in tale sede.