

CERVELLI DIVISI

STEFANO CANALI

Versione rielaborata del saggio omonimo uscito su *Prometeo. Rivista di Scienze e Storia*, 10, 40, 1992

Epilepsia mirabilis ille morbus, Boerhaave

Introduzione

Epilessia, *morbus sacer*, *morbus divinus*, *morbus demoniacus*, dicevano i medici dell'antichità che la consacravano all'universo del divino. Ieri, come adesso, comunque, l'epilessia rappresenta un "male mirabile". Per la dimensione metafisica che l'epilessia ha avuto nelle credenze popolari di un passato neanche troppo lontano, per il ruolo determinante da sempre giocato dalla lotta contro questa malattia nello sviluppo delle conoscenze sulle funzioni del cervello.

Non è un caso, infatti, che proprio nel *Male sacro*, il testo della lezione sull'epilessia tenuta da Ippocrate nel V secolo a.C., primo vero e completo profilo clinico di tale malattia, si dia anche il primo, coerente, riconoscimento del nesso causale tra funzioni del cervello e fenomeni psicologici. In tale lezione Ippocrate criticava aspramente coloro che spiegavano l'epilessia facendo appello alla divinità. «...] Maghi, purificatori, ciarlatani, e impostori [...] che preso il divino a pretesto ed a riparo dell'inettitudine, visto che non hanno il rimedio con il cui uso essi possano arrecare giovamento, e affinché non fosse noto che essi non ne capiscono nulla», ritennero che questo male fosse sacro» (*Il Male sacro*, 1, 2). Egli dava, inoltre, la prima spiegazione "fisiopatologica" dell'epilessia, riconoscendo che **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** (ibid., 6) privato dello spirito naturale dall'invasione massiva del flegma freddo nelle vene cave e nello stesso cervello. Ippocrate considerò, peraltro, l'ereditarietà come un fattore etiologico costante ed immaginò un rapporto patogenetico dell'epilessia con il soffiare di certi venti di mezzogiorno e, soprattutto, con i traumi cranici, osservando che essi sono tra le cause più notevoli degli accessi convulsivi. Lo studio ippocratico dell'epilessia, dunque, è evidentemente il frutto di osservazioni attente dei pazienti epilettici, dell'ascolto dei loro resoconti sulle esperienze soggettive che precedono e accompagnano l'accesso.

Probabilmente, è stato proprio l'ascolto di queste esperienze, più di ogni altra osservazione empirica o inferenza logica, ad indurre Ippocrate a considerare i fenomeni mentali come espressione delle funzioni del cervello. L'accesso epilettico spesso viene annunciato dalla cosiddetta "aurea mentale" (in alcuni casi di epilessia l'attacco epilettico si limita proprio a tali manifestazione psichica), caratterizzata da vividi fenomeni di reminescenza, da *dreamy state*, come li definiva Jackson, da vive sensazioni di familiarità (*dejà vu*) con la situazione e dalla convinzione di conoscerne gli sviluppi futuri. Così, se è vero che **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, Ippocrate poteva, coerentemente, concludere

Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.Io, sul cattivo e sul buono, sul piacevole e sullo spiacevole [...] Perciò affermo che il cervello è l'interprete dell'intelletto» (ibid., 17, 20).

In questo scritto ci occuperemo di un aspetto particolare e più moderno degli studi ippocratici, del ruolo complessivo avuto dallo studio e dalla terapia dell'epilessia nella crescita delle conoscenze sulle funzioni del cervello e del sistema nervoso: la chirurgia dell'epilessia.

La chirurgia dell'epilessia e il programma di ricerca della localizzazione delle funzioni cerebrali

La chirurgia dell'epilessia ha avuto un ruolo fondamentale all'interno di un programma di ricerca che ha caratterizzato un'epoca delle scienze neurologiche, quello della ricerca delle localizzazioni cerebrali. E', infatti, con uno dei massimi chirurghi dell'epilessia, Wilder Penfield, che la ricerca delle localizzazioni delle funzioni cerebrali nell'uomo raggiunge risultati a tutt'oggi considerati definitivi. Penfield concepiva, allo stesso modo di Hughlings Jackson, l'osservazione dei casi di epilessia **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** Così, i risultati sistematizzati delle procedure diagnostiche intraoperatorie da lui usate per determinare la posizione del focolaio di irritazione finiscono per costituire uno dei pochi "classici" delle neuroscienze.

Dal 1934, anno di apertura dell'Istituto Neurologico di Montreal che Penfield diresse fino al proprio ritiro, nel 1960, egli comincia a praticare la stimolazione della corteccia cerebrale dei pazienti svegli in anestesia locale, e che, quindi, erano in grado di riferire sulle sensazioni indotte dall'applicazione dell'elettrodo, per determinare l'esatta localizzazione dei foci epilettogeni e per assicurarsi che le manipolazioni chirurgiche non compromettessero le funzioni linguistiche dei pazienti, prima di effettuare l'effettiva escissione. Le sue osservazioni confermarono le localizzazioni delle funzioni linguistiche già indicate da Wernicke nel 1874. La stimolazione della corteccia cerebrale in pazienti svegli, inoltre, permetteva a Penfield di estendere all'uomo le ricerche di Fritsch e Hitzig sulla rappresentazione corticale dei muscoli del corpo. Egli giunse a disegnare una mappa topografica molto dettagliata sia di queste rappresentazioni motorie, sia delle proiezioni somatiche a livello corticale, i famosi omunculi di Penfield.

Ora, le evidenze raccolte da Penfield costituiscono un corpus di conoscenze ormai "classiche" per quanto riguarda la localizzazione delle funzioni motorie, sensoriali e linguistiche. Ma, per ciò che concerne la descrizione dei meccanismi funzionali dei processi sensoriali e cognitivi e della loro lateralizzazione, delle specializzazioni e dei rapporti tra emisferi cerebrali nei processi di integrazione delle informazioni, il contributo maggiore dato dalla terapia chirurgica dell'epilessia è stato, probabilmente, quello susseguente all'analisi delle funzioni psicologiche dei pazienti epilettici sottoposti a sezione, selettiva o completa, dei fasci di fibre nervose che uniscono le strutture corticali dei due emisferi, le commessure telencefaliche.

In questo articolo, tenteremo di illustrare il ruolo degli studi sull'epilessia e della chirurgia terapeutica dell'epilessia, nella scoperta di un oggetto fondamentale della ricerca neuropsicologica contemporanea: le sindromi dei cervelli divisi (*split-brain*), o, come si dice in clinica neurologica, con una definizione introdotta da Geschwind, sindromi da disconnessione interemisferica.

Che cosa sono le sindromi da disconnessione interemisferica

Uno dei meccanismi generali dell'evoluzione biologica è quello di un progressivo passaggio, dagli organismi pluricellulari primitivi all'uomo, dalla simmetria raggiata alla bisimmetria sul piano sagittale, per cui le due metà del corpo sono anatomicamente e funzionalmente identiche. Da questo punto di vista, il sistema nervoso umano è una struttura biologica unica. Le sue funzioni, infatti, non sono rappresentate simmetricamente. Mentre la metà destra e sinistra del corpo umano sono praticamente simmetriche sia anatomicamente che funzionalmente (non esiste differenza sostanziale tra il rene destro e quello sinistro o fra il polmone destro e quello sinistro). Il sistema nervoso centrale presenta una fondamentale differenziazione tra emisfero cerebrale sinistro, specializzato per le funzioni linguistiche e per i compiti cognitivi legati all'esercizio dei codici linguistici, e l'emisfero destro, dominante per quanto riguarda i fenomeni percettivi nel suo complesso, la manipolazione di schemi spaziali e il trattamento delle informazioni non legate ai vari sistemi di segni.

Le sindromi da disconnessione interemisferica, così, vengono ad esprimere da un lato i deficit funzionali conseguenti all'interruzione delle vie per l'interazione dei due sistemi funzionali specializzati: gli emisferi, dall'altro i sintomi della dissociazione, che manifestano nel comportamento e nella percezione le specifiche modalità di funzionamento dei due emisferi resi indipendenti. Per queste ragioni, lo studio dei cervelli divisi getta luce sulla specializzazione funzionale degli emisferi e sulla dominanza cerebrale, così come sui processi di interazione interemisferica nel trattamento e nell'integrazione dell'informazione. Lo straordinario interesse suscitato dai pazienti epilettici che hanno subito la sezione delle commessure telencefaliche, inoltre, sta proprio nel fatto che essi permettono l'indagine di funzioni cerebrali assolutamente proprie dell'uomo, e quindi non analizzabili sugli animali da laboratorio, come il linguaggio, e più in generale, lo studio, nell'uomo, di fenomeni sensitivi e psicologici che gli animali, anche se ne avessero di comparabili, non possono, evidentemente, descrivere o riferire.

Storia della scoperta delle sindromi da disconnessione cerebrale.

I primi esperimenti di commessurotomia sugli animali.

La prima, elegante, dimostrazione della sindrome dello split-brain viene data nel 1924 in Unione Sovietica da Bykov e Speranski, due allievi di Pavlov. Quest'ultimo aveva dimostrato che cani condizionati a secernere saliva in risposta alla stimolazione tattile di un punto particolare della superficie di un lato del corpo rispondono in maniera identica, cioè a dire, con salivazione, quando sono toccati sul punto corrispondente dell'altro lato del corpo. Essi presentavano, quindi, quella che Pavlov definiva generalizzazione del condizionamento. Ebbene, Bykov e Speranski rivelano che, in seguito alla sezione delle commessure telencefaliche, questa generalizzazione controlaterale è assente e che riflessi indipendenti possono essere instaurati con stimoli uguali applicati ai due lati del corpo. Non viene, però, e purtroppo, dato seguito a questo genere si

sperimentazioni sugli animali. La storia di questo filone di indagine, infatti, si interrompe per quasi trent'anni, fino a quando Sperry e il suo allievo Myers la riprendono per mettere alla prova il paradigma sperriano (sviluppato da quello del maestro, Paul Weiss) della specificità funzionale dei centri nervosi e della selettività delle connessioni interneuroniche.

Epilessia sperimentale e disconnessione cerebrale negli animali

Fin dal '20, però, in Italia, si apriva il fruttuoso capitolo delle indagini sull'*epilessia sperimentale* negli animali che pochi anni più tardi, associato alle misurazioni elettroencefalografiche, tanta parte avrà nella evidenziazione delle interazioni interemisferiche. Nel 1920, Amantea somministrando stimoli epilettogeni (stimolazione di un recettore sensoriale, stimolazione elettrica di una via afferente), dimostrava che i focolai epilettogeni localizzati nelle varie regioni cerebrali risentono dei diversi stimoli scatenanti in misura proporzionale alle connessioni con le vie nervose afferenti stimolate. Nel 1929, Clementi inserisce in queste stesse procedure di indagine sull'*epilessia sperimentale* l'induzione di attività convulsive mediante stimolazione diretta della corteccia cerebrale per applicazione locale di stricnina. E' lo sviluppo di questa metodica per opera di altri due italiani, Gozzano e Moruzzi, che porterà alla prima dimostrazione elettroencefalografica del ruolo delle commessure telencefaliche nella generalizzazione dell'accesso epilettico e dell'effetto della disconnessione interemisferica sulla sua propagazione da un emisfero all'altro.

Scatenando una crisi epilettica mediante l'applicazione diretta di irritanti chimici o fisici, Gozzano e Moruzzi evidenziavano che le attività elettriche abnormi della corteccia, inizialmente unilaterali, tendono a propagarsi all'area omologa dell'altro emisfero. Le indagini di Moruzzi, inoltre, dimostravano per la prima volta che i focolai epilettici tendono ad evocare l'instaurarsi di zone con attività parossistica indipendente nella regione speculare dell'emisfero opposto (*mirror focus*). L'operazione di callosotomia che Gozzano e Moruzzi eseguivano sugli animali per verificare il ruolo delle commessure nella generalizzazione dell'attività convulsiva ai due emisferi, però, impediva sia il passaggio transemisferico della scarica epilettica, sia, chiaramente, l'instaurarsi del mirror focus. Le ulteriori e successive ricerche di Erickson, McCulloch e Garol confermavano i risultati dei due italiani: il corpo calloso e le altre commessure telencefaliche rappresentano la via primaria per la propagazione delle scariche epilettiche nei mammiferi non umani.

Van Wagenen. Prime disconnessioni cerebrali terapeutiche in pazienti epilettici

Questo insieme di dati non rimane a lungo senza applicazioni cliniche. Nel 1940, un giovane neurochirurgo di Rochester, William Van Wagenen, infatti, decide di intervenire chirurgicamente su 26 pazienti epilettici applicando la sezione delle connessioni interemisferiche. Queste, oltre a quelle dettate dai dati desunte dalle indagini su animali con epilessia sperimentale sopra analizzati, sono le ragioni con cui Van Wagenen giustifica l'attuazione di un intervento così drammatico: 1) le oggettive condizioni di refrattarietà dimostrata da quei pazienti ad ogni terapia farmacologica; 2) l'inattuabilità dell'intervento di asportazione del focolaio epilettogeno. Alcuni di questi pazienti, infatti, presentavano più

focolai o avevano il focolaio primario nell'area del linguaggio; 3) la constatazione che gli accessi epilettici unilaterali sono meno gravi di quelli che riguardano entrambi gli emisferi e, in genere, non comportano, perdita della conoscenza; 4) l'osservazione del fatto che la frequenza degli accessi tende ridursi o ad annullarsi in pazienti epilettici con corpo calloso leso o distrutto da lesione espansiva.

Van Wagenen realizzava, così, l'esperimento ideale descritto da Fechner nel 1860 e riproposto da William McDougall nel 1911. Si potevano ora indagare, *in vivo*, le conseguenze della disconnessione interemisferica. Si apriva l'era dei cervelli divisi.

I sorprendenti risultati degli studi neurocomportamentali sugli split-brain umani

I pazienti operati da Wan Vagenen vennero, infatti, successivamente osservati dal neurologo Andrew Akelaitis e dagli psicologi Smith e Parson. I risultati di queste osservazioni, riportati in una serie di articoli pubblicati a partire dal 1941, sono, a dir poco, sorprendenti. I pazienti commessurotomizzati, infatti, sembrano non presentare deficit apprezzabili o sintomi specifici. Recidere il più grande fascio di vie nervose del cervello sembrava non avere *nessun* effetto sistematico specifico.

Aveva, allora, ragione McDougall, quando postulava la permanenza dell'unità della coscienza e delle funzioni psicologiche in un cervello ipoteticamente diviso.

Funzioni visive, funzioni cognitive, funzioni linguistiche, risultavano, incredibilmente, normali e invariate rispetto a quelle verificate prima dell'intervento. In base a questi dati, McCulloch si sentiva autorizzato ad affermare, neppure troppo scherzosamente, che la sola funzione delle commisure telencefaliche era quella di propagare le scariche epilettiche da un emisfero all'altro. Mentre Karl Lashley nel 1950 affermava provocatoriamente che, con ogni probabilità, il **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

L'olismo neurofisiologico della prima metà del '900 e il suo ruolo nella mancata scoperta della sindrome da disconnessione cerebrale negli uomini

In sostanza, tali studi non facevano altro che corroborare la dottrina prevalente negli anni quaranta e cinquanta circa il ruolo funzionale delle commisure telencefaliche. Questa dottrina sosteneva che nell'uomo la sezione chirurgica, anche completa, del corpo calloso e della commessura anteriore non causa importanti sintomi funzionali, a patto che non vi siano altre lesioni cerebrali. Tale teoria, peraltro, si accordava perfettamente con le concezioni olistiche e "gestaltiche" del cervello allora prevalenti. Occorre ricordare, forse, che tale periodo storico è caratterizzato, nelle neuroscienze, da un clima di riscossa contro il meccanicismo e l'atomismo biologici e l'associazionismo e il connessionismo psicologico e neurofisiologico che tanta parte avevano avuto nell'origine delle neuroscienze e nella definizione della loro statuto e della

loro autonomia rispetto alla biologia in generale e alla psicologia. La posizione di Karl Lashley è forse la più rappresentativa di questa atmosfera particolare, e la sua opera più di ogni altra sembra aver contribuito a far ignorare conoscenze già acquisite sulle relazioni interemisferiche mediate dalle commessure cerebrali così come quei primi reperti di sintomi da disconnessione interemisferica le cui descrizioni, nel frattempo, venivano pubblicate su periodici, peraltro, accreditati.

Così, per diversi anni, si finisce per trascurare il problema delle comunicazioni interemisferiche nonostante fossero già presenti diversi elementi per lavorare proficuamente alla sua soluzione.

Sperry, la dottrina della specificità funzionale dei centri e delle connessioni nervosi: la "riscoperta" delle funzioni delle commessure cerebrali

All'inizio degli anni cinquanta, però, la tradizione di ricerca olistica, in cui tanta parte aveva avuto Lashley, entra in crisi, minata dai suoi stessi presupposti e dalle dimostrazioni sperimentali della sua inadeguatezza. L'olismo neurofisiologico, infatti, postulando la totale plasticità e indifferenziazione funzionale del sistema nervoso, rendeva, in via di principio, inutile ogni analisi sperimentale.

Già dal '40, inoltre, Sperry, seguendo l'esempio del suo maestro Paul Weiss, confutava sperimentalmente i postulati dell'olismo neurofisiologico. Weiss e Sperry, infatti, dimostravano che gli animali (anfibi, ratti, scimmie) sottoposti ad interventi di microchirurgia, con i quali si alteravano le connessioni neuromuscolari (trapianti di arti in posizione rovesciata, scambio della posizione laterale degli arti, modificazione dell'innervazione nei muscoli, inversione dell'orientamento dell'occhio o della distribuzione di fibre che lo legano al cervello, ecc.) rimangono colpiti da gravi e persistenti disturbi motori e sensoriali. Non si verificava, quindi, il riadattamento funzionale previsto dalla teoria olistica e della plasticità del sistema nervoso.

L'idea della specificità funzionale e connessionistica dei centri e delle vie nervosi, rivoluzionava, conseguentemente, la pratica sperimentale delle neuroscienze, rivitalizzandola. Tale paradigma, infatti, apriva un orizzonte nuovo nelle metodiche di indagine, ammettendo la possibilità di costruire, manipolando chirurgicamente il sistema nervoso, circuiti funzionali sperimentali sui quali controllare le ipotesi fatte sulla natura delle connessioni e delle specializzazioni dei centri e delle vie nervosi in essi incluse.

Dal 1952, al California Institute of Technology, Sperry e il suo allievo Myers applicano la dottrina della specificità al problema dei cervelli divisi. Le evidenze sugli effetti della disconnessione interemisferica operata sui pazienti epilettici da Van Wagenen illustrate da Akelaitis, Smith e Parson, erano naturalmente contrarie a tale dottrina. Un corollario della teoria della specificità funzionale e connessionistica postula che alterazioni dei circuiti nervosi producono, in via causale, alterazioni nelle funzioni da essi mediate, mentre gli split-brain di Van Wagenen risultavano paradossalmente normali.

Sperry e Myers addestravano dei gatti a svolgere compiti di discriminazione visiva con un sistema in grado di limitare le afferenze ad un solo emicampo visivo e cioè ad un solo emisfero. Lo stesso compito doveva, poi, essere svolto dai gatti sottoposti a stimolazione dell'emicampo visivo opposto al primo. In questa situazione i gatti rinoscevano

prontamente gli stimoli appresi in precedenza. C'era stato, dunque, un trasferimento dell'informazione da un emisfero all'altro. Una proiezione degli stimoli attraverso le vie di connessione interemisferiche, le commessure telencefaliche.

Sperry e Myers riproducevano poi l'esperimento su gatti sottoposti a sezione delle fibre commessurali e del chiasma ottico. Ebbene, in questo caso, le discriminazioni apprese da un emisfero rimanevano completamente sconosciute all'altro. Ad esempio, se un gatto con le afferenze visive limitate all'emicampo sinistro imparava che spingendo un pannello contrassegnato da un triangolo otteneva ogni volta un bocconcino di fegato, sembrava non saperne più nulla quando, in seguito, poteva contare sul campo visivo destro. Gli animali col cervello bisecato, in sostanza, si comportavano come se avessero due cervelli indipendenti.

Commessurotomia negli animali e nell'uomo: uno stesso intervento per risultati contrastanti

Le ricerche sugli split-brain animali, contrariamente a quelle eseguite sui pazienti commessurotomizzati di Van Wagenen, corroboravano l'idea di Fechner, il padre della psicofisica. Nel 1860, egli aveva sostenuto, in opposizione a quello che successivamente affermerà McDougall nel 1908, che la separazione dei due emisferi doveva produrre la separazione del flusso di coscienza.

Il problema era grande. La discordanza tra le evidenze ottenute sui cervelli divisi umani e quelle desunte dalle ricerche sugli animali non poteva rimanere ignorata come era già stato fatto da coloro che avevano studiato i casi di Van Wagenen. Era ormai chiaro, infatti, che l'acritica accettazione di tale discordanza rendeva problematica la validità di uno degli assiomi stessi della fisiologia sperimentale in generale: la possibilità, sia pure relativa, di generalizzare i risultati delle ricerche sugli animali all'uomo e viceversa.

Gazzaniga è uno dei primi ricercatori ad avvertire l'urgenza di questo problema e l'importanza di questa fondamentale discordanza. Nella sua opera, *Il cervello sociale*, egli racconta come, nell'estate del 1960, al laboratorio di Sperry, in cui è borsista, non si faccia altro che parlare dei casi studiati da Akelaitis. Gli uomini sono diversi dagli animali, per quanto riguarda il ruolo delle connessioni interemisferiche? Oppure Akelaitis ha commesso sui pazienti di Van Wagenen un qualche errore sistematico?

Gazzaniga decide di indagare sulla questione. Sapeva che alcuni dei pazienti di Van Wagenen erano ancora vivi. Si poteva, pertanto, analizzare il problema direttamente, sottoponendo questi soggetti ad una nuova serie di test. A questo proposito, egli mette a punto delle prove da effettuare con apparati tachistoscopici e lenti polarizzate: uno schermo traslucido sul quale proiettavano due diaproiettori muniti di otturatore automatico in grado di esporre immagini, nell'una o nell'altra metà del campo visivo, per meno di un decimo di secondo. Tali apparati, così, avrebbero permesso a Gazzaniga di esaminare separatamente l'elaborazione dell'informazione visiva nei due emisferi disconnessi. La velocità di esposizione dei proiettori tachistoscopici e le lenti polarizzate, infatti, non permette all'occhio umano di eseguire i movimenti necessari a far entrare in entrambi gli emicampi visivi le immagini presentate ad un lato soltanto. I dati sensoriali, dunque, acquisiti in un solo campo visivo, possono raggiungere soltanto l'emisfero controlaterale, dove, data la disconnessione cerebrale, rimangono confinati.

Col suo bagaglio di nuovi strumenti, Gazzaniga parte alla volta di Rochester, dopo aver contattato il neurochirurgo al quale erano passate le cartelle dei pazienti operati da Van Wagenen. Ma a Rochester, non appena cominciata la ricerca sulle cartelle, Gazzaniga riceve la telefonata del neurochirurgo col quale si era accordato che, senza precise spiegazioni, gli comunicava di aver cambiato idea: il materiale non poteva essere esaminato.

Così, nella primavera del 1961, naufragava il progetto di Gazzaniga di riesplorare le funzioni psicologiche negli split-brain umani alla luce delle recenti acquisizioni sui cervelli divisi negli animali.

Una nuova serie di casi di epilessia sottoposti a sezione terapeutica delle commessure cerebrali: Bogen e Vogel.

Nell'autunno dello stesso anno, Gazzaniga inizia il corso di dottorato in biologia presso il laboratorio di Pasadena di Sperry. E' il periodo in cui Joseph Bogen, un neurochirurgo del White Memorial Hospital, contatta Sperry per avere ragguagli ulteriori sui cervelli divisi. Gli studi di Sperry e Myers, infatti, avevano rinnovato l'interesse della classe medica per gli interventi di commessurotomia. La sindrome da disconnessione interemisferica negli animali era, ormai, un fatto accertato. Gli split-brain, in questo senso, erano stati riconosciuti cervelli con lesioni croniche caratterizzate da specifiche alterazioni funzionali. Ma le già numerose esperienze condotte sulla disconnessione cerebrale negli animali avevano, nondimeno, evidenziato che: 1) tali alterazioni non riguardavano il comportamento ordinario, ma venivano alla luce soltanto attraverso procedure di indagini appropriate e miranti ad isolare le afferenze sensoriali ad un emisfero per volta; 2) i deficit funzionali apparivano, comunque, assai meno gravi degli effetti di forme più comuni di chirurgia dell'epilessia, come ad esempio la lobotomia frontale o temporale. L'efficacia terapeutica della sezione delle commessure cerebrali, come abbiamo visto, era accertata, peraltro, da qualche decennio sia sugli animali che sull'uomo. Erano questi fatti ad indurre Bogen a ripetere gli interventi di Van Wagenen su pazienti epilettici i cui accessi non risultavano più controllabili con i farmaci anticonvulsivi. Il primo di questi, W.J., era addirittura un caso di emergenza medica. Ad intervalli di due o tre mesi, infatti, egli andava incontro ad episodi di *status epilepticus*, cioè a dire, accessi ricorrenti ed ininterrotti con un rischio di mortalità piuttosto elevato.

Si presentava, quindi, finalmente, l'occasione per chiarire il problema della discordanza delle evidenze sui cervelli divisi negli animali e nell'uomo. L'importanza di questa nuova serie di operazioni chirurgiche venne riconosciuta anche a livello istituzionale. Il National Institute of Mental Health, infatti, stanziava un fondo per un progetto di ricerca, diretto da Sperry, sugli effetti comportamentali della commessurotomia negli uomini. Sperry decide di affidare la ricerca a Gazzaniga, da momento che quest'ultimo, come abbiamo già visto, disponeva già di apparecchiature e batterie di tets pensati allo scopo.

Il primo compito di Gazzaniga era quello di esaminare le funzioni di trasferimento sensoriale transemisferico mediate dal corpo calloso nel paziente W.J. prima dell'intervento, per determinare se l'epilessia avesse prodotto degenerazioni a carico delle fibre commessurali e così indotto alterazioni nell'integrazione dell'informazione tra i due emisferi. A questo scopo egli allestisce nel suo laboratorio, nello Alles Building, il dispositivo tachiscopico già progettato. Uno schermo traslucido sul quale proiettavano due diaproiettori muniti di otturatore automatico in grado di esporre immagini, nell'una o nell'altra metà del campo visivo, per meno di un decimo di secondo. L'apparecchiatura

permetteva, quindi, di esaminare separatamente ciascun emisfero ed osservare se l'informazione veniva comunicata normalmente all'altro.

Gli esami condotti con tale apparato dimostravano che W.J. riconosceva ed aveva consapevolezza delle informazioni ricevute dall'uno e dall'altro emisfero: le funzioni del corpo calloso erano, quindi, perfettamente normali. W.J., pertanto, venne ricoverato per l'intervento al White Memorial Medical Center di Los Angeles.

La sezione del corpo calloso e della commissura anteriore eseguita da Bogen e dal suo professore di neurochirurgia, Peter Vogel, su W.J. si dimostra un vero successo. Il paziente, che aveva allora quarantotto anni, dimesso dall'ospedale dopo un mese di convalescenza, non presenta più, negli anni successivi, alcuna crisi convulsiva generalizzata nonostante la terapia farmacologica gli venga via via ridotta. L'intervento, inoltre, ha prodotto su W.J. un miglioramento globale del suo comportamento e del suo stato di benessere.

Anche la seconda paziente, una casalinga e madre fra i trenta e i quaranta anni, non ha più avuto attacchi dopo l'intervento chirurgico e persino il suo Elettroencefalogramma è ritornato normale.

La scoperta delle sindromi da disconnessione interemisferica nell'uomo

Gazzaniga, non a torto, parla del giorno in cui cominciarono le indagini postoperatorie sul primo paziente di Bogen, W.J, come l'inizio di una nuova era nella neuropsicologia umana. Quanto scoprirono Gazzaniga, Bogen e Sperry (1962) in quel laboratorio in cui W.J. era stato già esaminato prima dell'intervento era semplicemente sbalorditivo. Le risposte di W.J. era completamente diverse da quelle registrate nello screening preoperatorio. W.J. riconosceva verbalmente e senza difficoltà le immagini presentate nell'emicampo visivo destro, cioè all'emisfero sinistro (in questo caso il dominante, W.J. è destrimane). Quando invece gli stimoli visivi cadevano nel campo visivo sinistro, W.J. affermava di non aver visto niente. In questo caso l'emisfero destro, disconnesso, non poteva trasferire l'informazione a quello sinistro, l'emisfero, cioè, in grado di rispondere verbalmente alle interrogazioni degli sperimentatori.

L'esame delle funzioni tattili dava, sostanzialmente, lo stesso risultato, dato che anche le vie della sensibilità epicritica incrociano, come quelle visive a livello del tronco cerebrale. Il paziente bendato era in grado di riferire il nome degli oggetti che teneva nella mano destra e che quindi erano rappresentati nell'emisfero sinistro, linguistico, mentre non riusciva a nominare gli oggetti ispezionati con la mano sinistra. I risultati, allora, erano assimilabili a quelli ottenuti sugli animali. Akelaitis, Smith e Parson, pertanto, avevano, evidentemente, disposto delle tecniche di indagine inadeguate, non limitando gli stimoli sperimentali ad un singolo emisfero. La riprova di tale inadeguatezza si ha pochi anni dopo la scoperta del gruppo di Sperry. Alcuni dei pazienti esaminati da Akelaitis, infatti, ristudiati decenni dopo l'operazione da Goldstein e Joynt, con le metodiche sperimentali definite da Sperry e Gazzaniga, esibiscono i tipici sintomi da disconnessione interemisferica manifestati dai pazienti di Bogen e Vogel.

In quei giorni, così, l'era dei cervelli divisi usciva dal suo stato embrionale e confuso ed iniziava l'affascinante programma di ricerca sugli split-brain umani.

BIBLIOGRAFIA

Akelaitis, A.J., , *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, 1943, 2, p. 226 ss.

Berlucchi, G., **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, *Enciclopedia del Novecento*, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, Giovanni Treccani, Roma, 1977, pp. 476-499.

Berlucchi, G., Aglioti, S., **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, in Denes, G., Pizzamiglio, L. (a cura di), *Manuale di Neuropsicologia. Normalità e patologia dei processi cognitivi*, Zanichelli , Bologna, 1990.

Bogen, J.E. e Vogel, P.J., **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, *Bulletin of the Los Angeles Neurological Society*, 1962, 27, pp. 169-172.

Gava, G., *Scienza e filosofia della coscienza*, Angeli, Milano, 1991.

Gazzaniga, M.S., *The bisected brain*, Appleton-Century-Crofts, New York, 1970.

Gazzaniga, M.S., *The social brain. Discovering the networks of the mind*, Basic Books Inc., New York, 1985; trad. it., *Il cervello sociale*, Giunti, Firenze, 1989.

Sperry, R.W., **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, in J.C. Eccles (ed.), *Brain and conscious experience*, Springer-Verlag, New York, 1966, pp. 298-313.

Sperry, R.W., **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, *American Psychologist*, 1968, 23, pp. 723-733; trad. it. in *I due cervelli* (a cura di Franco Denes e Carlo Umiltà), Il Mulino, Bologna, 1978, pp. 215-235.

Van Wagenen, W.P., Herren, R.Y., **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, *Archives of neurology and psychiatry*, 1940, XLIV, pp. 740-759.