
INFLUENZA DELLA PREFERENZA MANUALE IN RAPPORTO ALLA DOMINANZA
CEREBRALE NELLE ATTIVITA' SPORTIVE

BRUNA ROSSI e DARIO SALMASO
Istituto Superiore di Educazione Fisica
e
Istituto di Psicologia del CNR

1985

PREFAZIONE

Questo lavoro fa parte di un progetto di ricerca dal titolo "Influenza della preferenza manuale in rapporto alla dominanza cerebrale nelle attivita' sportive", finanziato dal CONI. Lo scopo della ricerca era quello di studiare il fenomeno della preferenza manuale in genere e del mancinismo in particolare, nell'ambito sportivo.

Come si vedra', il lavoro rappresenta qualcosa di piu' di una semplice relazione, ed e' piuttosto una rassegna sul problema. D'altra parte, per fornire una corretta informazione su quanto e' stato svolto nell'ambito di questo progetto, era necessario che esso fosse inquadrato in un contesto teorico piu' ampio.

La ricerca e' stata possibile anche grazie all'utilizzo delle strutture dell'Istituto di Psicologia del CNR di cui e' direttore il prof. Raffaello Misiti, che ringraziamo. Va altresì ringraziato Stefano Guadagni per la sua preziosa collaborazione.

I N D I C E

PREFAZIONE	
INDICE	
INTRODUZIONE	2
LATERALITA', MANCINISMO E DOMINANZA NELLO SPORT	4
LA PREFERENZA MANUALE	15
PERCHE' SIAMO DESTRIMANI	18
MANCINISMO : DEFICIT O SUPERCAPACITA'	21
VARIABILI CHE INFLUENZANO LA PREFERENZA LATERALE	25
PREFERENZA MANUALE E RELAZIONE CON ALTRE PREFERENZE ...	27
PROBLEMI METODOLOGICI	31
ORGANIZZAZIONE NEUROANATOMICA	39
LA DOMINANZA EMISFERICA	44
DIFFERENZE ANATOMICHE	56
DIFFERENZE SESSUALI	63
L'IPOTESI GENETICA	65
LO SVILUPPO ONTOGENETICO DELLA LATERALITA'	67
INDAGINE SPERIMENTALE	
PREMESSA	74
SOGGETTI E METODO	75
RISULTATI E DISCUSSIONE	83
CONCLUSIONI	100
BIBLIOGRAFIA	102

INTRODUZIONE

Una delle caratteristiche distintive dell'uomo e' la sua naturale preferenza per l'utilizzo della mano destra rispetto alla sinistra in quasi tutte le attivita'.

Se infatti nell'animale l'uso preferenziale di un arto, per quanto stabile nel tempo, risulta essere equamente distribuito in termini percentuali su entrambi i lati (Annett, 70, 78a; Walker, 80), nell'uomo la preferenza destra e' rilevabile in maniera molto netta sin da tempi antichissimi (Bradshaw & Nettleton, 83) ed in tutte le popolazioni indipendentemente dalla razza e dalla posizione geografica (Coren & Porac, 77).

Questo dato, a seconda della permissivita' della cultura di appartenenza, oscilla tra valori dell'88% in alcune popolazioni anglosassoni, sino a valori del 97% in popolazioni rurali cinesi (Salmaso & Longoni, 83).

In genere dunque, nella popolazione umana e' piuttosto infrequente incontrare "mancini" ed e' forse per questo che nel corso dei secoli, essi sono stati spesso discriminati: Lombroso includeva addirittura il mancinismo tra le caratteristiche dell'uomo delinquente (Mecacci, 84; Salmaso, 85).

Ultimamente pero' a questo atteggiamento se ne e' sostituito uno molto piu' positivo e si riconoscono al mancino doti maggiori di creativita', estro etc, pur restando ferma quella sorta di

eccezionalità che viene da sempre attribuita a chi manifesta una naturale preferenza manuale sinistra. Una serie di studi e di osservazioni empiriche tende oggi a dar credito all'ipotesi che in alcune categorie di persone (artisti, musicisti, etc) il numero di mancini sia sovrabbondante rispetto alla popolazione normale ed in campo sportivo questa tesi è stata ultimamente sostenuta con sempre maggiore frequenza.

Di qui la necessità di affrontare il problema in maniera sistematica, conducendo una ricerca esplorativa sulla preferenza manuale nella popolazione sportiva, ricerca che tenga conto delle conoscenze teoriche acquisite in ambito neuropsicologico e che utilizzi corrette metodologie.

LATERALITA', MANCINISMO E DOMINANZA NELLO SPORT

Negli ultimi tempi la stampa sportiva si e' occupata con sempre maggiore frequenza dell'atleta "mancino" facendosi in qualche modo portavoce di un'interesse che gia' da qualche anno si e' evidenziato negli ambienti sportivi.

Coloro che frequentano infatti, in veste di atleti, tecnici o dirigenti palestre e campi sportivi, sono concordi nel ritenere che, soprattutto in certe discipline, la presenza di mancini e' assai rilevante se confrontata a quella riscontrabile nella popolazione normale e che i mancini sembrano essere avvantaggiati in termini prestazionali rispetto ai destrimani. Le interpretazioni che si danno a questo fenomeno, desunte peraltro considerando come unico indizio di preferenza manuale quale arto viene utilizzato nelle specialita' considerate, sono essenzialmente di ordine "strategico". Il mancino prospetta difatti all'avversario destro nella scherma come nel tennis o nel pugilato, l'azione in maniera rovesciata, mettendolo per questo in difficolta'. La maggiore frequenza di successi poi, lo spingerebbe a continuare nell'attivita' sportiva e cio' darebbe, appunto, come risultato il fenomeno della maggiore frequenza di mancini nello sport.

Sulla base di queste considerazioni negli ultimi anni si e' guardato con particolare interesse al mancino che si avvicinava

ad alcune discipline sportive e, nella scherma in particolare, si e' cercato di impostare con la mano sinistra quegli atleti che presentassero una discreta capacita' di base nell'utilizzo di questa mano.

Se pero' nell'ambito dello sport d'elite questo problema specifico, le relative ipotesi esplicative, nonche' i tentativi di utilizzazione pratica, sono piuttosto recenti, il problema piu' generale dello sviluppo della preferenza laterale ("lateralita'"), occupa nell'ambito della Educazione Fisica una posizione di rilievo gia' da moltissimi anni. Ancora prima infatti che le conoscenze di neurofisiologia e neuropatologia arrivassero a definire i rapporti tra dominanza emisferica e preferenza manuale, chi si occupava di Educazione fisica si era reso conto che partendo dalla "dominanza della mano destra questo processo di lateralizzazione avanza nel tempo e conquista, tappa per tappa, tutto un emicorpo. Dalla dominanza della mano si passa infatti a quella dell'arto superiore, poi dell'emitronco corrispondente ed infine dell'arto inferiore. Ed ecco che, a questo punto, si giunge alla cosiddetta "lateralizzazione", cioe' alla scissione, da un punto di vista del controllo nervoso, dei due emicorpi...." (Calabrese , 74).

Gli educatori fisici pero', pur intendendo con "lateralita'" la preferenza di un emicorpo sull'altro, differenziano in dominanti e complementari rispettivamente le azioni e funzioni

cosidette di "attacco" da quelle di "appoggio". Per acquisita lateralita' s'intende dunque in questo caso l'acquisita specializzazione di un emicorpo o di un arto per compiere la parte esecutiva piu' raffinata del movimento e dell'altro per fornire il necessaria sostegno. (Secondo alcuni Autori tra l'altro, l'arto non dominante avrebbe anche un ruolo ritmico preponderante nel definire la successione degli appoggi nella corsa).

Wallon (56) ritengono che se la lateralizzazione non si struttura adeguatamente l'attivita' di moto ne risente in maniera nettissima, soprattutto quelle attivita' di moto nelle quali hanno importanza fondamentale l'equilibrio, sia statico che dinamico, e la coordinazione.

L'orientamento educativo che scaturisce da queste osservazioni e', da una parte, quello di non contrariare piu' la tendenza del bambino ad utilizzare il lato che preferisce, ma anche di guardare con molta attenzione al permanere dell'ambidestrisimo in eta' successive agli 8/10 anni.

Roudinesco e Thiss (48) concludono addirittura che "l'ambidextrie est chez l'enfant une dangereuse utopie" e che in nessun modo e' opportuno intervenire sul naturale processo di sviluppo della lateralita'. Calabrese (74) afferma che "nulla autorizza a supporre che tale educabilita' sia possibile e opportuna durante l'eta' evolutiva fino a che studi appropriati

non dimostreranno l'innocuita' e la validita' di un addestramento all'ambidestrisimo".

Molto piu' recentemente Le Boulch (84) definisce come obbiettivo primario dell'attivita' motoria dei primissimi anni il consolidamento della dominanza laterale soprattutto in quei bambini che "mostrano un'ambivalenza e che esitano ancora tra destra e sinistra". Lo stesso Autore pero' si mostra convinto, per quel che riguarda l'attivita' sportiva, della migliore riuscita del mancino, riuscita che pero' attribuisce all'atteggiamento che l'ambiente sociale solitamente ha nei confronti di quest'ultimo. Riconoscersi ed accettarsi mancino in un mondo di destrimani, infatti, produrrebbe nel bambino una sorta di rafforzamento della sua personalita'. Inoltre, essendo le tecniche sportive di base concepite per i destrimani, ed essendo nell'ambito del gruppo sportivo per forza di cose meno seguito, il mancino si troverebbe piu' spesso nella situazione di dover "fare da se". Si troverebbe cioe' obbligato a ritradurre gli schemi motori del gesto tecnico per adeguarli alle sue caratteristiche, e cosi' facendo, sarebbe costretto ad analizzare con maggior attenzione l'atto motorio stesso apprendendolo in maniera piu' attiva e quindi migliore.

Queste teorie, che hanno avuto il loro peso nell'educazione motoria dei giovanissimi, poggiano pero' sempre le loro basi solo su procedimenti di tipo osservativo. Pochi sono infatti gli

studi sul rapporto tra preferenza manuale ed abilità motoria nel bambino.

Tan (85), in un lavoro condotto su 512 soggetti di 4 anni, suddivisi in destrimani, mancini e non lateralizzati in base al P. H. I. (Preschool Handedness Inventory), fa notare come non si evidenzino differenze nella coordinazione e nelle altre prove di abilità motoria previste nel Motor Scale del Mc Carthy Scale (72), tra destri e mancini. Lo studio sostiene invece l'ipotesi di Kaufman et al. (78) per quel che attiene al più basso livello mostrato nelle prove motorie dai soggetti non lateralizzati, ed è in questo senso in linea con gli assunti teorici di Wallon, Vaier, Roudinesco ed altri. Da notare che nessuna differenza significativa viene evidenziata nei due sessi.

Un'altra interessante ricerca sullo sviluppo della lateralità, condotta su 2302 soggetti di età compresa tra gli 11 ed i 14 anni (Merni et al., 84), mette in risalto come la scelta di lato sia differentemente correlata con prove motorie che richiedono prevalentemente forza, equilibrio o precisione. La percentuale di destrismo, mancinismo ed ambidestrismo dedotta in questo studio dalla preferenza laterale espressa nei vari test motori come anche dalle cosiddette "esecuzioni mimate" di Harris (Harris, citato in Vaier, 71), risulta essere rispettivamente dell'83,4%, del 12,9% e del 13,7%.

Nei lavori sin qui riassunti, le metodologie utilizzate, le

prove motorie considerate e la stessa definizione operativa di "destrismo", "mancinismo" ed "ambidestrisimo" sono talmente eterogenee da rendere difficile se non impossibile un confronto ed un'analisi effettiva dei dati raccolti.

Se comunque, il problema dell'instaurarsi della lateralità e dei risvolti che questo ha sul comportamento motorio del bambino e' stato piu' volte affrontato, per quel che riguarda l'acquisizione del gesto sportivo e' stato considerato anche un altro aspetto ad esso in qualche modo correlato: il cosiddetto "transfer bilaterale". (In questa sede ce ne occuperemo anche se esso non e' strettamente connesso al problema principale di questa rassegna , in quanto gli Autori che si occupano di scienza dello sport lo citano costantemente in relazione alle preferenze laterali).

E' noto da tempo che il pattern motorio appreso con un emicorpo o con un arto, e' in parte appreso senza alcun allenamento specifico, anche dal lato opposto (Woodworth, 1903, citato in Ammons, 58). Weig (32) in una rassegna molto completa della letteratura sull'argomento (rassegna che inizia dal 1850), sostiene gia' la teoria del transfer bilaterale . Tale teoria e' stata recentemente confermata e spiegata dai lavori di Singer (68), Lazlo et al. (70), Goldstein (74) e Tsuji (74). Il transfer tra l'altro non sembra limitarsi all'acquisizione di abilità da una mano all'altra, ma e' anche rilevabile tra mano e piede per

alcuni aspetti motori piu' generalizzati (Bray, 28; Cook, 34).

Per quel che riguarda il campo applicativo, Starosta (84), a conclusione di un vasto disegno sperimentale sull'argomento, sostiene che "la padronanza simmetrica di un numero maggiore di esercizi consente un apprendimento piu' rapido e preciso di nuovi elementi". In uno studio longitudinale condotto su di un ampio campione di bambini (destri, mancini ed ambidestri) educati simmetricamente dal punto di vista motorio, questo Autore rileva che i risultati ottenuti in prove pratiche erano significativamente migliori di quelli ottenuti da un gruppo di controllo. Per altro l'incremento dei risultati sull'arto piu' debole (non preferito), era accompagnato da notevoli miglioramenti sull'arto "dominante". Ambarov (63) in un lavoro condotto su saltatori in alto di eta' compresa tra i 12 ed i 14 anni, arriva alle stesse conclusioni, avanzando come ipotesi esplicativa che il miglioramento sia dovuto alla rappresentazione mentale piu' dettagliata ed efficace prodotta dalla pratica con l'arto non dominante che e' obbligato ad un controllo meno automatico della sequenza motoria.

Per Starosta miglioramenti notevoli si possono ottenere con queste metodiche anche su atleti d'elite e di tutte le discipline sportive. Egli ritiene che gli effetti maggiori siano dovuti al conseguimento di un piu' elevato livello di coordinazione, ma non entra nel merito delle cause che producono tale piu' elevato

livello.

La simmetria dell'esercizio dunque, ha per questi Autori , oltre che effetti positivi sull'equilibrato sviluppo della struttura corporea, un significato pratico di miglioramento di gesti anche asimmetrici , sia nel destro che nel mancino.

Teodorescu (83) ritiene utile addestrare l'arto non dominante proponendo una quota maggiore di esercizi specifici rispetto a quella eseguita da quello dominante , ma non prima dei 7 anni, per evitare effetti negativi su una dominanza non ancora ben definita. Lo stesso Autore, in relazione al problema del mancino nello sport, ha fatto presente in varie occasioni , che i Paesi dell'Est trovano vantaggioso inserire nelle formazioni Nazionali di sport di squadra , atleti con preferenza manuale sinistra per ottenere, in termini strategici, un miglior utilizzo dei ruoli di gioco.

Classico e' lo studio su sport e lateralita'di Azemar (70). Su un campione di studenti di Educazione Fisica egli ha trovato, a partire dalla formula di lateralita' mano-occhio-piede (DDD, SDD, etc) un 64% di destrimani omogenei rispetto all'1,7% di mancini. La preferenza destra era piu' frequente a livello della mano (94%) e del piede (91,9%) che dell' occhio (69,1%). In particolare e' stata trovata una specializzazione caratteristica del piede destro per calciare e per differenti iniziative motorie meno concrete, e del piede sinistro per il sostegno unipodale,

l'equilibrio statico e dinamico, la motricita' automatica a prevalenza antigravitaria. Sugli schermidori la percentuale di mancinito era del 55% rispetto al 6% riscontrato sul resto del campione. Azemar e Ripoll (81) riportano percentuali di preferenza manuale sinistra negli schermidori partecipanti ai Campionati del Mondo dell'80, che raggiungono, nella specialita' del fioretto il 62,5%.

Guiard (81) cita una percentuale del 25% di mancini nei tennisti d'alto livello ed e' il primo ad accennare ad un possibile vantaggio neurofunzionale oltre che strategico dell'atleta mancino (81, 82). (Anche in questi studi pero' viene considerato "mancino" semplicemente chi utilizza la mano sinistra per impugnare l'arma).

Brown et al. (83) hanno studiato la relazione tra la dominanza dell'occhio e della mano ed i movimenti rotatori di tutto il corpo verso destra e verso sinistra, in ginnasti e in non atleti: nessuna differenza significativa e' emersa da questo studio nel quale peraltro non e' chiaro in quale modo e' stata definita la dominanza della mano e dell'occhio.

Uno dei pochi studi che utilizzano una metodologia chiara e uniforme e' senz'altro quello condotto su 1084 atleti appartenenti a 15 discipline, da Porac e Coren (81). Mediante un questionario di preferenza laterale essi hanno calcolato:

1) la percentuale di destrismo nel campione di atleti e in

quello di controllo;

2) la percentuale di soggetti decisamente lateralizzati (indipendentemente dal lato);

3) la congruenza tra lateralizzazione delle coppie mano-piede, mano-occhio e piede-occhio.

Rispetto al campione di controllo non e' risultata alcuna differenza significativa nella dominanza manuale ad eccezione della frequenza maggiore di ambidestri fra gli atleti di alto livello. Indagando all'interno del campione di atleti, gli Autori trovano che tale ambidestrisimo ad alto livello, e' da attribuirsi solo a tre discipline: l'hockey sul ghiaccio, quello su prato ed il basket. Nelle altre discipline esso si manifesta solo tendenzialmente in 9 su 15 di esse. Gli effetti della preferenza destra o sinistra nell'ambito dei vari sport non sembrano essere di rilievo, eccezion fatta per la boxe, sport nel quale il mancino e' presumibilmente favorito per motivi "strategici"

Ancora, da questi dati sembrerebbe che la preferenza oculare giochi un ruolo particolare nella ginnastica artistica, nel basket e nel bowling, tuttavia gli Autori fanno notare che tali dati sono difficilmente interpretabili.

A conclusione di questa sintetica rassegna sulla letteratura sportiva inerente alla preferenza laterale ed ai problemi ad essa connessi, occorre di nuovo sottolineare come le tecniche di indagine il piu' delle volte non accuratamente descritte, le

metodologie diverse e spesso approssimative e la stessa poca chiarezza nel definire termini quali "lateralita'", "dominanza" o "preferenza laterale", non rendano possibile un reale confronto di questi studi tra loro, ne', tantomeno, con le risultanze di lavori neuropsicologici rivolti all'analisi delle stesse tematiche, neanche laddove alla osservazione empirica si e' voluto sostituire un 'approccio di tipo sperimentale.

LA PREFERENZA MANUALE

Il corpo umano e' caratterizzato da un'organizzazione a prima vista fortemente simmetrica ma mostra ad un piu' attento esame, un notevole grado di asimmetria per diversi aspetti. Da un punto di vista anatomico ad esempio, la posizione di alcuni organi interni e' nettamente asimmetrica: il cuore e' a sinistra, il fegato a destra e cosi' via. Ognuno di noi possiede inoltre, particolari asimmetrici nella struttura fisica, ma tali particolari si bilanciano all'interno della popolazione distribuendosi in modo equivalente tra lato destro e lato sinistro.

Accanto a questi aspetti strutturali e somatici vi sono anche aspetti funzionali di asimmetria, il piu' evidente dei quali sembra essere l'uso preferenziale della mano destra.

Per comprendere appieno l'importanza di questo dato, e' bene ricordare che tale preferenza sembra essere indipendente da un determinato periodo storico, dalla posizione geografica o dalla particolare struttura sociale e culturale di un popolo ed e' inoltre presente fin dalla nascita cosicche' e' difficile poter ipotizzare per il suo manifestarsi interventi determinanti da parte dell'ambiente. Naturalmente ci sono alcune eccezioni, ma il quadro e la natura biologica della preferenza manuale non ne vengono sostanzialmente intaccati.

Questa preferenza sembra inoltre essere una caratteristica specificatamente umana poiche' negli animali le preferenze destre e sinistre sono, all'interno della popolazione, equamente distribuite.

Dennis (58) analizzando 225 esempi di preferenze d'uso in disegni egiziani del 2500 A.C., conclude che le varie attivita' rappresentate nei dipinti sono tipicamente svolte da uomini destrimani. La percentuale di mancini rilevata dall'analisi di questi disegni e' del 6,2%.

Anche lo studio di Coren e Porac (77), condotto su piu' di 12000 fotografie di disegni e di sculture databili dal 300 A.C. al 1950, stima la percentuale di preferenze destre intorno al 92,6%, ed inoltre non mette in luce nessun cambiamento in tale percentuale nel corso dei secoli. Gli Autori concludono che non ci sono motivi per sostenere determinanti culturali e sociali nella preferenza manuale.

In molti graffiti dell'epoca preistorica sono rappresentati profili umani sinistri, caratteristica questa che e' ancor oggi evidente nell'opera di artisti moderni destrimani (Corballis, 83; Bradshaw & Nettleton, 83).

Il contorno delle mani disegnato sulle pareti nelle famose "Cuevas de las manos" in Patagonia, e' prevalentemente quello di mani sinistre ad ulteriore conferma che anche allora la maggioranza della popolazione era destrimane.

La maggior parte dei destrimani poi, presenta delle asimmetrie anatomiche che non sono rilevabili in vivo ma che appaiono ad un esame del cranio post mortem. Impronte asimmetriche sono state rilevate da Le May (76) nel cranio dell'uomo di Neanderthal e nell'uomo di Pechino che visse dai 300000 ai 500000 anni fa.

Come e' stato gia' detto, la preferenza manuale e' anche indipendente dalla posizione geografica delle popolazioni ed e' piu' o meno simile anche in popoli che hanno vissuto in isolamento culturale. Le differenze nelle percentuali di mancinito riportate in vari lavori sull'argomento, possono dipendere, come messo in luce da due recenti lavori (Salmaso & Longoni, 83; 85), dalle diverse metodologie adottate nonche' dal diverso grado di permissivismo delle culture studiate e cio' rende difficile una precisa verifica di questo dato.

Tuttavia la fondamentale preferenza manuale destra dell'uomo emerge sempre in maniera evidente specie quando vengono controllate variabili intervenienti di questo tipo.

Un'ulteriore conferma dell'ipotesi biologica poi, deriva dalla presenza di asimmetrie anatomiche e di comportamenti asimmetrici nel neonato (vedi "Lo sviluppo ontogenetico della lateralita'").

PERCHE' SIAMO DESTRI MANI

Una delle ipotesi sul perché siamo destri si ricollega alle asimmetrie viscerali alle quali si faceva accenno all'inizio. Secondo i sostenitori di questa teoria, in conseguenza delle asimmetrie di posizione degli organi pari all'interno del corpo, si verrebbe a creare uno sbilanciamento di peso tale da determinare uno spostamento del centro di gravità verso destra. Ciò produrrebbe una maggiore abilità del piede sinistro per bilanciare e sostenere e consentirebbe indirettamente una maggiore "libertà" alla mano destra (Springer e Deutsch, 81). Questa ipotesi tuttavia non spiega il fenomeno del mancino.

Un'altra ipotesi è quella nota con il nome di "ipotesi della spada e dello scudo": essendo il cuore a sinistra, i guerrieri avrebbero, per ovvi motivi di salvaguardia, impugnato lo scudo con la sinistra e la spada con la destra. Di qui l'accresciuta abilità di questa mano sempre più impegnata dal punto di vista del controllo senso-motorio. Anche questa ipotesi è considerata oggi inattendibile per gli stessi motivi di quella precedente. Queste ed altre supposizioni formulate in passato sono comunque rimaste allo stadio di pura formulazione e si sono dimostrate assai poco utili nello spiegare le reali cause della preferenza manuale destra.

A partire dalle osservazioni di Broca e Brouillard, si fa

strada un'ipotesi nuova, legata allo sviluppo del linguaggio ed al coinvolgimento specifico, per quest'attività, dell'emisfero sinistro. In realtà non è facile appurare se l'essere destrimani sia la causa dello sviluppo linguistico e della conseguente dominanza cerebrale sinistra, o se, viceversa siano state le funzioni linguistiche, già localizzate a sinistra, a determinare anche l'uso preferenziale della mano destra.

Come sottolineano Bradshaw e Nettleton (83), la ricerca dell'origine di questa preferenza deve tener conto dello stretto rapporto esistente tra uso degli strumenti, dei gesti e del linguaggio.

Al di là però del fatto che la preferenza destra sia la causa o viceversa l'effetto di una certa organizzazione cerebrale, emerge con sempre più chiarezza sia dai dati anatomici che funzionali, come nel destrimane ci siano stretti rapporti tra preferenza manuale e lateralizzazione delle funzioni linguistiche e spaziali, rapporti che sono meno chiari e sostanzialmente diversi nel mancino.

A questo proposito occorre ricordare almeno due fatti essenziali:

A) la quasi totalità dei destrimani soffre di disturbi del linguaggio in seguito a lesioni delle aree linguistiche dell'emisfero sinistro, cosa che è vera in percentuali assai minori per i mancini;

B) nei destrimani l'attività linguistica interferisce maggiormente con l'attività della mano destra che con quella della mano sinistra, dato questo confermato anche dal maggior numero di gesti prodotti con la mano destra durante il parlare (Kimura, 73).

Il fatto che il controllo senso-motorio per la mano destra e le funzioni linguistiche abbiano in qualche modo condiviso uno stesso spazio neuroanatomico (Salmaso, 85), quello dell'emisfero sinistro appunto, non sembra essere casuale e fa pensare ad uno specifico vantaggio nell'evoluzione biologica per quei soggetti che possedessero un prevalente controllo del lato sinistro del cervello per le funzioni motorie e linguistiche.

Non è ancora chiaro quale sia il nesso esistente tra queste due funzioni, ma alcuni aspetti di temporalità e sequenzialità importanti per entrambe, potrebbero essere alla base di questa particolare organizzazione funzionale.

MANCINISMO : DEFICIT O SUPERCAPACITA'

Le ipotesi sul rapporto esistente tra preferenza manuale e lateralizzazione cerebrale sono quelle che in assoluto vengono indagate con maggior attenzione e quelle che spiegano meglio gli effetti del mancinismo.

Attualmente si cercano di integrare i deficit e le supercapacita' (Salmaso, 85) legati al mancinismo, spiegandoli sulla base di modificazioni dell'organizzazione funzionale esistente nel cervello dei mancini rispetto a quello della maggior parte della popolazione (Vedi anche "La dominanza cerebrale").

In passato il mancinismo veniva costantemente associato a disturbi di vario tipo tra i quali la balbuzie, l'autismo, l'iperattivita', la dislessia nonché a deficit intellettivi.

L'illustre psichiatra e criminologo Cesare Lombroso era convinto che la percentuale di mancini fosse piu' alta tra i detenuti e nel sesso femminile. Vi sarebbero inoltre piu' mancini tra gli epilettici e tra i fumatori.

La relazione tra mancinismo e deficit o disturbi di vario tipo e' ancor oggi largamente dibattuta e sembra nascere da una concezione che vede il mancinismo solo come l'effetto patologico di un'alterata lateralizzazione.

Recentemente sono stati pubblicati vari lavori che

analizzano questi aspetti. Geschwind e Behan (82) e Geschwind (84), mettono in luce come i mancini siano soggetti, in maniera significativamente maggiore che i destrimani, a disturbi di tipo cognitivo, a particolari forme di emicrania, a disturbi di tipo immunitario, ad allergie ed a disordini tiroidei. Il rapporto rispetto ai destrimani per questi disturbi va dal 3:1 all'11:1. Gli Autori spiegano tutto cio' con un'anomala produzione di testosterone nella vita fetale, produzione che avrebbe anche l'effetto di rallentare lo sviluppo in utero dell'emisfero sinistro a vantaggio dell'emisfero destro. Essendo questo ormone prevalentemente maschile, sarebbe cosi' spiegata anche la maggior incidenza di mancinità nei maschi rispetto alle femmine.

Porac e Coren (81) rilevano una maggiore percentuale di mancini tra gli epilettici, mentre Chayatte et al. (79) in un lavoro condotto tramite la registrazione dell'EEG, sostengono anch'essi l'ipotesi patologica per quanto concerne il mancinità. Viceversa, lavori come quello di Roberts ed Engle (74), condotto su 7119 bambini di età compresa tra i 6 e gli 11 anni, o quello di Newcombe e Ratcliff (73), che ha per campione anch'esso 823 soggetti in età scolare, sostengono che non ci sono differenze tra i destrimani ed i mancini in prove d'intelligenza sia verbale che non verbale.

Fatta eccezione per i risultati del lavoro di Geschwind e Behan (82; 84), nei disturbi di lettura non sono state

evidenziate differenze significative tra destrimani e mancini.

C'è da sottolineare che spesso differenze significative a svantaggio dei mancini vengono rilevate quando si studiano popolazioni recuperate in ambito clinico: in studi condotti sulla popolazione normale difficilmente invece si mettono in evidenza differenze significative tra destri e mancini (Hardyck e Petrinovich, 77; Longoni & Salmaso, 84).

Questo fa pensare che solo alcune categorie di mancini siano soggette a deficit. Nell'ambito di questa ipotesi una delle variabili che da più parti è stata indicata come determinante è senz'altro quella della presenza/assenza di mancinità nella parentela. La presenza di parenti mancini è considerata positivamente nella prognosi dei disturbi afasici ed è da considerarsi un aspetto importante anche per quel che riguarda la distribuzione di frequenza delle preferenze nella popolazione normale (vedi "Variabili che influenzano la preferenza laterale").

È stata rilevata una maggiore frequenza di mancini in sottogruppi particolari di popolazione come ad esempio gli artisti (Peterson, 79) e gli sportivi (Guiard, 81; Geschwind, 84). In altri lavori però tali differenze non vengono confermate (Shettel-Neuber & O' Reilly, 83).

Per quanto riguarda i musicisti, Oldfield (69) non mette in luce differenze nell'incidenza di mancinità, mentre Byrne (74)

rileva un maggior grado di ambidestritismo. E' stato anche osservato che i migliori dattilografi sono mancini, ed inoltre vari studi condotti con tastiere alfanumeriche mettono in luce una superiorita' della mano sinistra in compiti di battitura (Salmaso, 85).

Tra i bambini eccezionalmente dotati in matematica vi sarebbe una rilevante frequenza di mancini (Kolata, 83). Vale anche la pena di ricordare che molti geni in campo artistico e scientifico sono stati mancini: Leonardo e Michelangelo ne sono un esempio.

Alla base di questo interesse per lo studio della frequenza di mancini in categorie particolari di persone c'e' il desiderio di verificare l'ipotesi che l'emisfero destro e i rapporti funzionali tra i due emisferi vengano sfruttati differientemente da destri e mancini e siano in alcuni casi la causa prima dell'esistenza di un grande talento.

Sottolineare a tutti i costi i vantaggi del mancinismo sembra comunque essere un atteggiamento per certi aspetti semplicistico: se esistesse un netto vantaggio nel possedere questa caratteristica infatti, la selezione naturale ne avrebbe privilegiato la comparsa (Salmaso, 85) (vedi "L'ipotesi genetica della specializzazione emisferica e della preferenza manuale").

VARIABILI CHE INFLUENZANO LA PREFERENZA LATERALE

Si ritiene che i fattori che incidono maggiormente sulla preferenza laterale siano: il sesso, l'età e la presenza/assenza di parenti mancini.

L'influenza del fattore sesso è attualmente messa ancora molto in discussione analogamente a quanto succede per la specializzazione emisferica (vedi "Differenze sessuali nella specializzazione emisferica"). È stata da più parti sostenuta una maggiore incidenza di mancinità tra gli uomini e l'ipotesi dell'influenza del testosterone avanzata da Geschwind e Behan darebbe una spiegazione biologica plausibile a questo dato.

In realtà gli studi ad oggi condotti sull'argomento danno risultati controversi: alcuni riportano infatti differenze significative tra i due sessi (Annett, 72; Bryden, 77; Oldfield, 71; Porac & Coren, 81), mentre altri non mettono in luce differenze (Annett, 67; Newcombe & Ratcliff, 73; Silverberg et al., 79; Strauss & Wada, 83; Salmaso & Longoni, 83; 85).

Per quanto riguarda l'influenza del fattore età invece è generalmente accettato che ci sia una maggiore incidenza di preferenze destre con l'aumentare degli anni (Fleminger et al., 77; Salmaso & Longoni, 85). Le ragioni di tale fatto sono tutte però da definire. Tra le ipotesi formulate alcune sostengono che l'aumento di preferenze destre non sia dovuto ad una naturale tendenza a divenire più destrimani sulla base dello sviluppo

genotipico, ma piuttosto ad influenze di tipo culturale. Queste ipotesi sono state recentemente messe in discussione in considerazione del fatto che le preferenze aumentano con l'età anche quando il fattore culturale non ha più reale incidenza (Salmasso & Longoni, 85). Un'altra ipotesi esplicativa sottolinea l'importanza dei rapporti con la dominanza cerebrale che sembra modificarsi con l'età (Salmasso et al, 85).

Il terzo fattore che incide sulla preferenza laterale è la presenza o meno di mancini nella parentela. L'appartenere ad una famiglia nella quale sono presenti membri mancini aumenta la probabilità di esserlo (Schimizu & Endo, 83; Salmasso & Longoni, 85). Tra l'altro, anche i destrimani con parentela mancina sembrano essere diversi rispetto a quelli che non hanno mancini in famiglia (Zurif & Bryden, 69; Salmasso & Longoni, 85).

È già stato ricordato ad esempio come i soggetti con familiarità sinistra (FS+) abbiano, a seguito di lesioni alle aree linguistiche, prognosi più favorevoli. Le ragioni delle differenze tra soggetti a FS+ ed FS-, può essere ascritta sia a ragioni genetiche che ambientali ma si ritiene più probabile una causa di tipo biologico. Tra i destrimani non è ancora chiaro quale dei due gruppi (FS+ e FS-) mostri maggiori differenze per quanto riguarda la lateralità, mentre sembra verificato che per i mancini, il gruppo a FS- metta in luce differenze più nette (Hecaen & Sauguet, 71; Bradshaw & Nettleton, 83).

PREFERENZA MANUALE E RELAZIONE CON ALTRE PREFERENZE

L'ipotesi che alla base della preferenza manuale destra ci sia una superiorita' nella capacita' di elaborazione e programmazione dell'emisfero sinistro, implica per certi versi, che anche per altre preferenze laterali ci possa essere una prevalenza destra.

Anche se non in questa forma, l'ipotesi ha ricevuto attenzione in molti lavori nei quali ad es. si e' studiata la consistenza e/o inconsistenza (congruenza/incongruenza) tra preferenze di vario tipo.

Le relazioni piu' studiate sono indubbiamente quelle tra preferenza manuale e preferenza per il piede e l'occhio. L'innervazione motoria per la mano e per il piede e' prevalentemente sotto il controllo delle aree motorie controlaterali e pertanto e' ragionevole supporre una connessione tra queste due preferenze che hanno un'organizzazione simile. L'ipotesi di una relazione tra preferenza manuale ed oculare sembra invece richiedere una maggiore elaborazione concettuale rispetto a quella mano/piede. Per quanto riguarda l'occhio infatti, vi e' una rappresentazione bilaterale di entrambi gli occhi sulle aree occipitali, anche se appare evidente il maggior peso esercitato dalle connessioni controlaterali rispetto a quelle ipsilaterali.

La letteratura relativa a questi aspetti e' completamente in accordo con i dati anatomici. In un lavoro recente, ad esempio, la percentuale di soggetti incongruenti per la relazione mano/occhio e' risultata del 27%, mentre quella mano/piede e' del 5.7% (Salmaso e Longoni, 85). Non sono state inoltre rilevate differenze tra maschi e femmine.

In realta' la relazione mano/occhio e' molto piu' complessa da studiare a causa della particolare organizzazione delle vie visive. Porac e Coren (76) hanno ad es. sottolineato che ci si puo' riferire a vari tipi di dominanza per l'occhio :

- 1) esiste la preferenza nel guardare (sighting dominance);
- 2) esiste la preferenza sensoriale come quella che interviene nella rivalita' oculare;
- 3) esiste la preferenza nell'acuita' visiva.

Essi hanno suggerito che solo per la prima si puo' parlare realmente di dominanza. Il 67% della popolazione mostra una preferenza per l'occhio destro e tale preferenza e' indipendente dall'acuita' visiva (Friedlander, 71). Vari autori hanno proposto che la preferenza oculare destra possa essere fondamentale per l'insorgere di altre preferenze laterali, ma tale ipotesi non ha ricevuto a tutt'oggi conferme.

La scarsa correlazione esistente tra mano/occhio rende di difficile interpretazione la presenza/assenza di preferenze congruenti/incongruenti e la loro relazione con deficit o

supercapacita'. Questo aspetto e' stato valutato sia in relazione a deficit cognitivi che in rapporto allo sport. La congruenza mano/occhio e' stata considerata importante per le attivita' sportive (Porac & Coren, 81), anche se vi sono delle differenze in rapporto al tipo di sport considerato.

La preferenza per il piede invece, sembra molto piu' correlata con quella per la mano, come e' dimostrato sia dalle percentuali di congruenza/incongruenza, sia dalle singole percentuali per il piede utilizzato. Il 9.5% della popolazione italiana afferma di preferire il piede sinistro (Salmaso & Longoni, 85). Searleman (80) asserisce che la preferenza relativa al piede e' il migliore indicatore della lateralizzazione.

Vanden-Abeelee (80) ha messo in luce che occorre distinguere tra preferenza per il piede e preferenza per l'arto inferiore (leggedness). Egli indica inoltre che e' necessario prestare attenzione a 3 categorie neurofunzionali di attivita' motoria:

1) posturale; 2) locomotoria; 3) operante.

Le funzioni motorie piu' comuni coinvolgerebbero i meccanismi posturali e locomotori che sono controllati molto probabilmente da entrambi gli emisferi. La preferenza per il piede dovrebbe pertanto essere relativa solo alle attivita' che implicano movimenti localizzati del piede e della caviglia.

A completamento di questa sezione va ricordato che i mancini si comportano in modo diverso dai destrimani nel rapporto tra

preferenza manuale ed altre preferenze laterali. Essi mostrano in genere una minore correlazione tra le varie preferenze e questo soprattutto per quanto riguarda il rapporto mano/piede. I mancini hanno infatti un numero di preferenze incongruenti o crociate almeno doppio rispetto ai destrimani (12.9% vs 5.2%; Salmaso & Longoni, 85; Subirana, 69).

PROBLEMI METODOLOGICI

Sinora si e' parlato di preferenza manuale senza definire che cosa si intenda precisamente con questo termine. Molti di voi avranno pensato sicuramente a delle attivita' che svolgono con una mano e avranno valutato la loro preferenza manuale sulla base di questa o quell'altra attivita'. Molti di voi avranno pensato ad attivita' quali lo scrivere, il disegnare, come indicative della loro preferenza manuale. Altri avranno pensato a quale mano e' piu' abile o piu' forte in certe attivita'. Questi due modi di pensare alla preferenza manuale riflettono di fatto i due modi che sono stati usati per studiare le distribuzioni statistiche delle preferenze manuali: a) il primo metodo prevede l'uso di un questionario in cui viene chiesto di indicare la propria preferenza manuale per una o piu' attivita'; b) il secondo metodo stima la preferenza manuale misurando la velocita' e l'accuratezza di entrambe le mani su uno o piu' compiti.

Considerazioni teoriche e pratiche hanno limitato l'uso del secondo metodo e in questa sede ci si limitera' quindi, a riferirsi a studi condotti con un questionario. Il questionario piu' semplice e' quello in cui si chiede ad una persona di autovalutarsi come destrimane, ambidestra o mancina indipendentemente da una specifica attivita', o invece di valutarsi sulla base di una singola domanda relativa allo

scrivere o al disegnare o ad altro. Entrambe queste situazioni portano a una suddivisione della popolazione in due o tre categorie, che non sembrano tuttavia essere una buona descrizione della realta', 1) sia perche' le persone possono non essere sufficientemente conscie delle proprie reali preferenze, come ad esempio e' stato dimostrato nella scarsa correlazione tra autovalutazione e prestazione effettiva, 2) sia perche' una singola attivita' puo' essere influenzata da aspetti culturali o dall'uso.

La tavola successiva riporta i dati che si ottengono quando si chiedono a un soggetto le sue preferenze per un certo numero di attivita'. Come si puo' vedere le differenze che si ottengono nelle relative percentuali sono notevoli se si considera soprattutto che esse sono calcolate su un campione di 1694 soggetti (Salmaso & Longoni, 85). Si va infatti da un 4.3% ottenuto con le "forbici" a un 21.4% ottenuto per la mano superiore nella "scopa". Inoltre le varie attivita' si differenziano notevolmente anche per le percentuali di soggetti che vengono classificati come ambidestri e destri. In particolare le attivita', quali "scrivere" e "disegnare" sono quelle che maggiormente dicotomizzano la popolazione.

Tavola I: Percentuali di mancini in singole attivita'

1. Scrivere	4.4
2. Disegnare	5.2
3. Lanciare	5.5
4. Forbici	4.3
5. Pettine	4.7
6. Spazzolino	4.9
7. Coltello	6.3
8. Cucchiaino	5.2
9. Martello	5.7
10. Cacciavite	5.4
11. Tennis	5.2
15. Scopa (mano sup)	21.4
17. Fiammifero	5.5
18. Coperchio	6.4
19. Carte	8.0
20. Ago	8.3

Da Salmaso, 85.

Qual'è l'attività più discriminante per la valutazione della preferenza manuale ?

La valutazione eseguita su un'unica attività non descrive la continuità nelle distribuzioni delle preferenze manuali osservabile comunemente nel diverso "grado" con cui si "preferisce" l'arto destro o sinistro, né tanto meno descrive l'effettiva preferenza individuale. Per queste ed altre considerazioni si ritiene che la preferenza manuale sia da considerarsi una variabile continua e non dicotomica che dà luogo a una distribuzione centrata prevalentemente a destra.

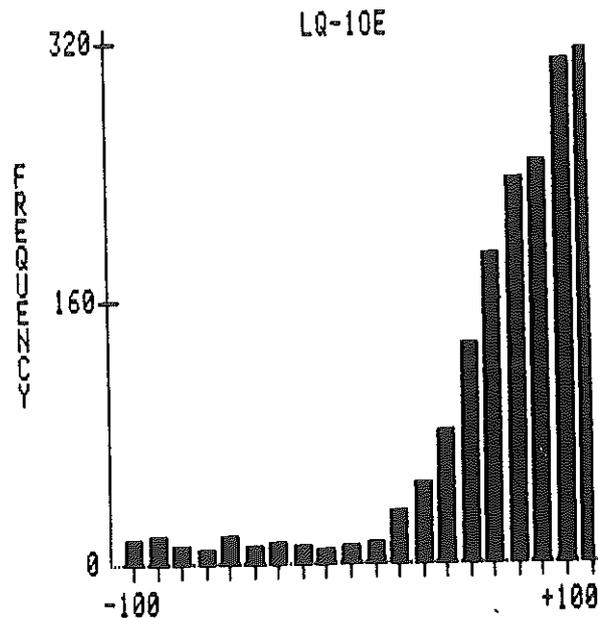
Per risolvere questi problemi sono stati messi a punto dei

questionari in cui viene richiesto ad una persona di indicare la sua preferenza manuale su una serie di attività condotte normalmente con una mano. Dalle risposte date si può calcolare un indice di preferenza manuale che varia in modo continuo da un valore A ad un valore B, dove un estremo indica una totale preferenza sinistra e l'altro una totale preferenza destra. Il questionario più comunemente usato prevede il calcolo di un indice il cui valore varia da -100 a +100, dove i valori negativi sono normalmente considerati preferenze sinistre ed i positivi preferenze destre.

Anche l'uso di un questionario non è tuttavia una garanzia assoluta per una corretta valutazione della preferenza manuale. Si pongono infatti due domande: che tipo e quali attività devono essere incluse nel questionario?. Nella letteratura ci si riferisce principalmente a 3 questionari, uno dei quali tuttavia è quello maggiormente utilizzato (Oldfield, 71).

Gli studi condotti su un largo numero di soggetti sono abbastanza concordi nel produrre distribuzioni di frequenza con una tipica forma a J. L'applicazione del questionario suddetto al campione italiano di 1694 soggetti conferma sostanzialmente questa distribuzione a J che viene presentata nella figura I.

Figura I: La tipica curva a J .

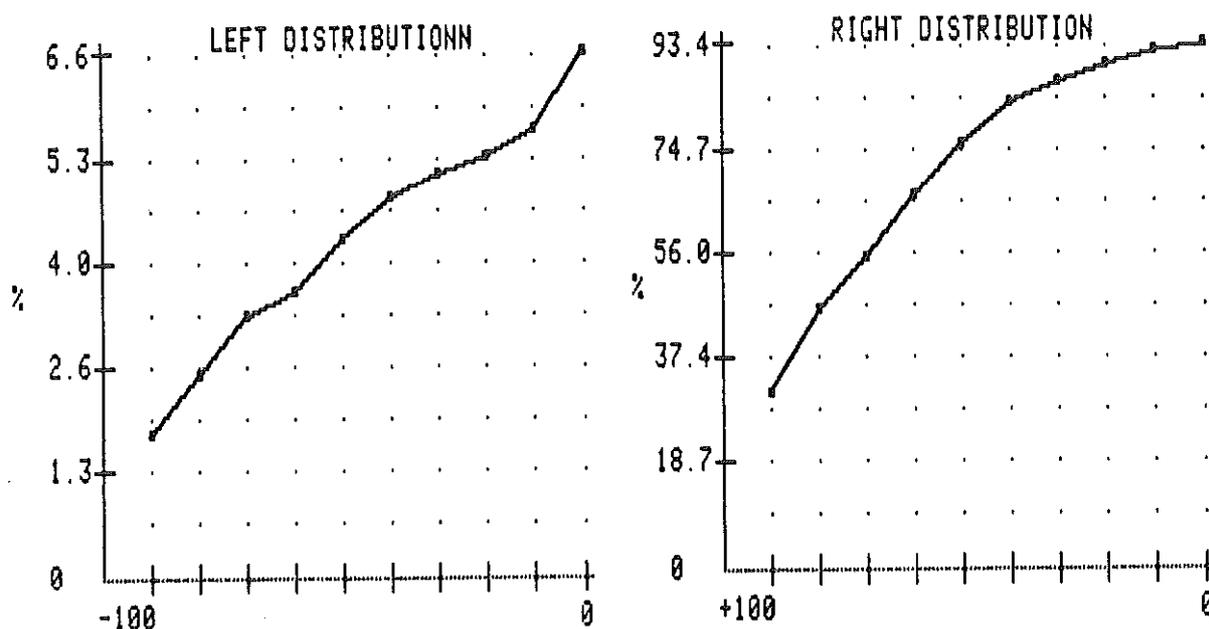


Da Salmaso, 85

Sin e' parlato sin qui di preferenza manuale destra e sinistra senza per altro definire chi debba essere considerato destrimane e chi deve essere considerato mancino. Il problema e' rilevante non solo da un punto di vista metodologico, ma anche e soprattutto da un punto di vista teorico. Se la preferenza

manuale si distribuisce lungo un continuum in quale punto va posta la linea di divisione tra destrimani e mancini ? Il problema non e' di facile soluzione ed esula da questo contesto, ma e' utile comunque riportarlo per rendere conto della estrema variabilita' riscontrabile in letteratura per le percentuali di mancini e destrimani. Tale aspetto e' graficamente riportato nella figura II.

Figura II : Il punto in cui la distribuzione sinistra e destra viene separata dal resto della distribuzione determina le percentuali di mancini e di destrimani rilevate.



Un altro modo di contribuire ad una migliore definizione della preferenza manuale, e' quello di studiare il contributo dato individualmente da ciascuna attivita' e come ciascuna di esse si correla con l'indice globale di preferenza. Alcune attivita' sembrano infatti meno correlate con una preferenza globale o piu' soggette ad influenze educative o d'uso. La possibile influenza educativa e' stata studiata in un recente lavoro (Salmaso & Longoni, 83) nel quale si dimostra come l'esclusione di due attivita' altamente soggette ad influsso culturale (lo scrivere e il disegnare) modifichi in modo significativo le distribuzioni ottenute. Come si puo' vedere in tavola II vi e' un significativo spostamento di soggetti verso la parte sinistra della distribuzione.

Tavola II

%	-100<QL<-50	-50<QL<0	0<QL<50	50<QL<100
A: tutte le attivita'	3.72	2.72	17.71	75.85
B: senza scrivere e disegnare	3.72	3.78	28.86	63.64
	p < .001			

Da Salmaso & Longoni, 1983.

In un recente lavoro (Salmaso & Longoni, 85) si sono analizzati i problemi connessi con la scelta e il numero degli

items presenti in un questionario. Questi fattori incidono in modo significativo sulle distribuzioni di frequenza soprattutto per quanto riguarda il tipo di items impiegati. Dato che la classificazione dei soggetti come destrimani o mancini e' basata sulla distribuzione del QL, tali problemi metodologici incidono in modo rilevante nello studio degli effetti del mancinismo.

L'analisi di questi problemi ha portato, attraverso un metodo oggettivo, alla selezione di una serie di 10 items che saranno quelli utilizzati anche nella parte sperimentale di questo studio. Gli items selezionati sono quelli presentati nella tavola successiva.

Tavola III

-
1. LANCIARE
 2. FORBICI
 3. PETTINE
 4. SPAZZOLINO
 5. COLTELLO (senza forchetta)
 6. CUCCHIAIO
 7. MARTELLO
 8. CACCIAVITE
 9. ACCENDERE UN FIAMMIFERO
 10. INFILARE UN AGO
- (ago o filo a seconda di cio' che e' mosso)
-

ORGANIZZAZIONE NEUROANATOMICA DELLE VIE MOTORIE E SENSORIALI

Queste poche righe servono solo a richiamare alcuni aspetti neuroanatomici che sono implicati nel problema della lateralizzazione.

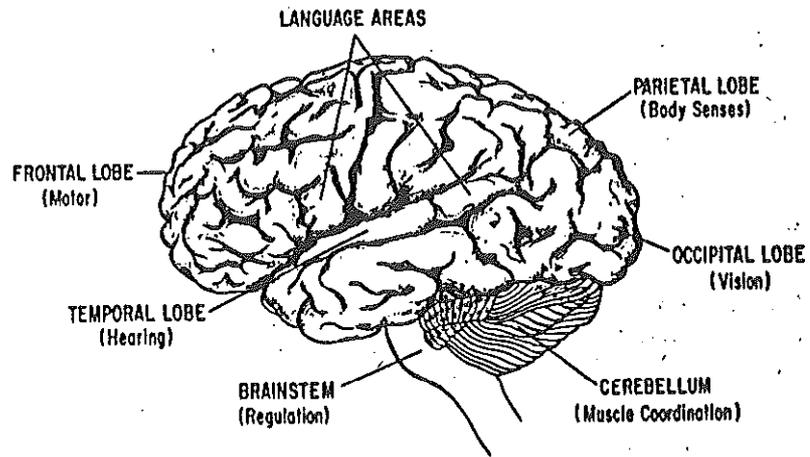
Se si osserva il cervello umano si può notare che esso è sostanzialmente diviso in due parti simmetriche, gli emisferi cerebrali. La superficie esterna di ciascun emisfero, o corteccia, può essere suddivisa in 4 lobi: il lobo frontale, il lobo parietale, il lobo temporale e quello occipitale, ciascuno con differenti funzioni.

La figura III mostra la superficie esterna dell'ES con le sue aree principali e le relative funzioni. La figura IV mostra invece una sezione sagittale del cervello in cui è possibile vedere la superficie mediale dell'ED e il corpo calloso.

Le varie parti della corteccia cerebrale possono essere sommariamente suddivise in aree sensoriali, aree motorie ed aree associative.

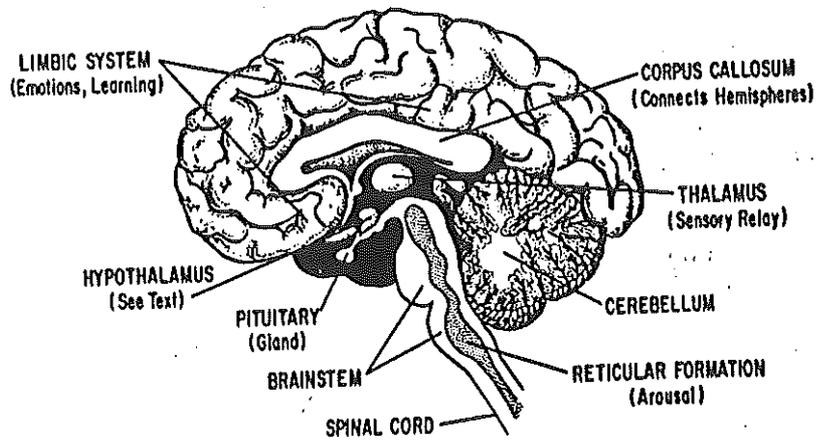
Da un punto di vista neurofisiologico si può dire che ogni emiparte del nostro corpo e del nostro spazio, è sotto il controllo prevalente dell'emiparte opposta del nostro cervello. Ciò è vero sia per quanto riguarda gli aspetti sensoriali che per quelli motori, e soprattutto per le attività manipolatorie fini e per i movimenti distali. Nella figura V è illustrata

FIGURA III



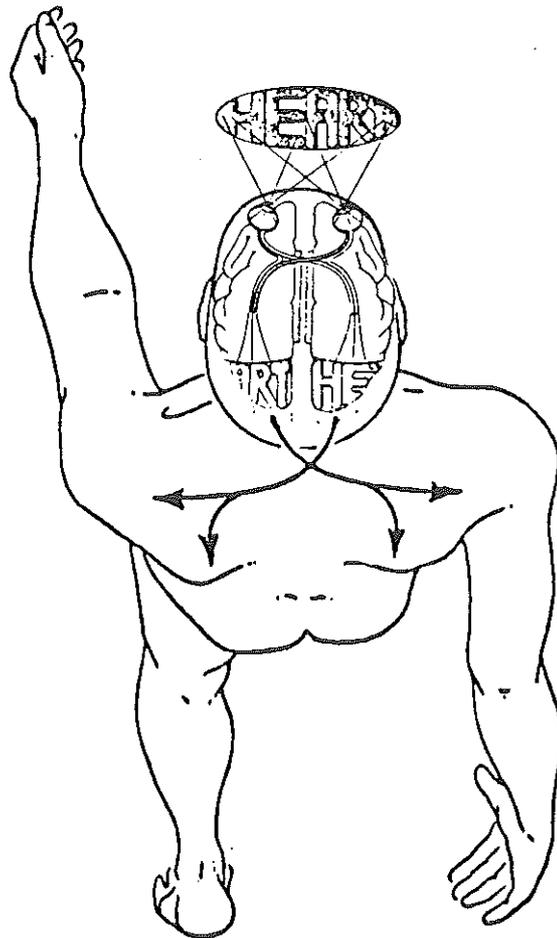
DA TEYLER, 1977.

FIGURA IV



DA TEYLER, 1977.

FIGURA V



DA ORNSTEIN, 1977. (Modificata)

questa organizzazione prevalentemente controlaterale. Nella figura VI vengono mostrati invece alcuni aspetti specifici dell'organizzazione motoria. Dall'area motoria primaria, la cui stimolazione provoca il movimento di singoli muscoli si dipartono gli assoni delle cellule di Betz, che costituiscono parte del fascio piramidale. Le fibre piramidali nel loro percorso discendente si incrociano quasi totalmente per decorrere nella porzione controlaterale del midollo spinale (Figura VII).

FIGURA VI

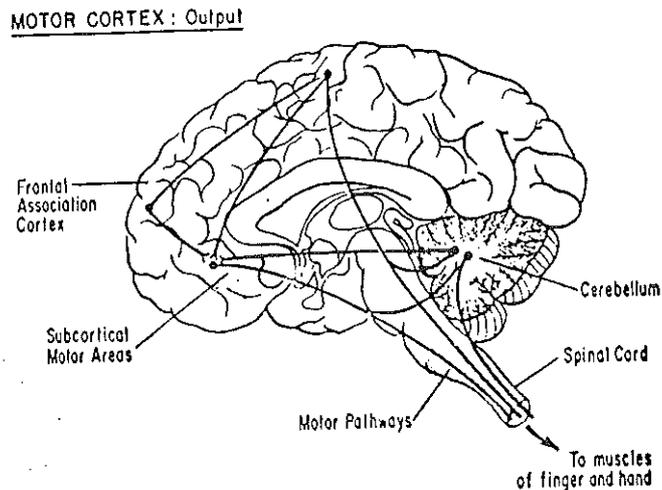
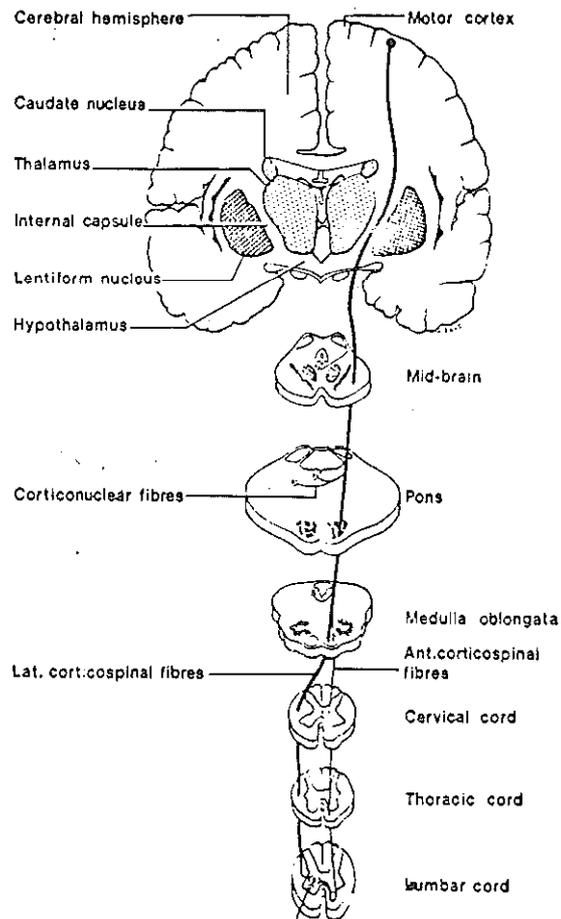


FIGURA VII



LA DOMINANZA EMISFERICA

Come abbiamo visto, la preferenza manuale e' in qualche modo correlata con la specializzazione funzionale emisferica ed e' per questo che vale la pena richiamare sinteticamente le conoscenze relative ai rapporti tra i due emisferi.

L'impostazione del problema della dominanza cerebrale risale alla seconda meta' dell'ottocento, ed e' strettamente legata allo studio della patologia del linguaggio, ovvero alle osservazioni fatte su quei pazienti che, in seguito ad apoplezia, tumori, ferite o traumi cerebrali, riportavano una emiplegia alla quale si associavano, contemporaneamente o poco dopo, disturbi del linguaggio.

In particolare, si osservo' che pazienti affetti da emiplegia destra una volta deceduti, mostravano all'autopsia lesioni piu' o meno diffuse all'emisfero cerebrale sinistro, mentre il destro risultava intatto. Tale fenomeno, noto fino a pochi decenni fa come "dottrina" o "massima" di Valsalva-Morgagni", (controlateralita' della lesione cerebrale all'emiplegia da qualsiasi causa), era in realta' gia' noto ad Ippocrate ed Areteo.

Per quel che riguarda l'associazione tra disturbi del linguaggio ed emiplegia destra, nessuno all'epoca si preoccupo di indagarne il significato, considerandola una combinazione di

sintomi senza senso.

Fu Marc Dax (1836, citato in Geschwind, 84b) che per primo presento' una memoria dal titolo "Lesions de la moitie' gauche de l'encephale coincident avec l'oubli des signes de la parole" nella quale rilevava il significato di tali disturbi. La comunicazione rimase pero' sconosciuta fino al 1865 quando il figlio di Dax la fece pubblicare.

Poco prima il famoso chirurgo ed anatomico Paul Broca aveva presentato l'esame autoptico di un suo paziente afasico ed emiplegico destro, esame dal quale risultava un vasto focolaio di rammollimento nell'emisfero sinistro che interessava i lobi frontale e temporale, l'insula ed il corpo striato.

Nella sua comunicazione alla Societa' di Antropologia di Parigi, dal titolo "Perte de la parole, rammollissement chronique et destruction partielle du lobe anterieur gauche du cerveau" (1861), Broca localizzo' nella terza circonvoluzione frontale del lobo frontale, la sede dei meccanismi nervosi del linguaggio.

Poiche' allora era corrente il concetto di identita' funzionale degli organi simmetrici, egli si guardo' bene dal localizzare tali centri nel solo emisfero sinistro, e, solo nel giugno 1865, dopo aver preso conoscenza della comunicazione di Dax, parlo' del problema da lui stesso definito "gaucherie cerebrale".

Egli rilevo' che, cosi' come controlliamo i movimenti della

scrittura , del disegno o del ricamo con l'emisfero sinistro (ES), parliamo anche con detto emisfero, identificando in questo modo l'emisfero sede del linguaggio come quello controlaterale alla mano preferita nelle attività manuali.

Considero' anche le eccezioni alla "gaucherie' cerebrale" spiegandole con il fatto che il numero dei mancini (droiterie' cerebrale) e' assolutamente inferiore a quello dei destrimani, ed infine affronto' anche il problema della possibile supplenza, specie nel bambino, dell'emisfero sano per le funzioni di quello lesa.

Nei cinque anni che vanno dal 1860 al 1865 dunque, il problema della dominanza cerebrale venne impostato nella sua essenzialita' ed un ulteriore passo avanti fu fatto pochi anni dopo da Jackson (1868, 1880).

Secondo questo studioso, il linguaggio sarebbe rappresentato in ambedue gli emisferi , ma a differenti livelli di gerarchia funzionale. Oltre a questo aspetto innovatore, Jackson sosteneva che non poteva esistere una precisa correlazione tra preferenza manuale ed emisfero dominante, in quanto non sempre i mancini sono da considerarsi in termini di organizzazione cerebrale l'opposto dei destrimani ed anche per il fatto che una piccola percentuale di destri non ha dominanza sinistra.

Le idee di questo autore non riuscirono pero' a mettere in crisi la legge di Broca che e' stata ritenuta valida fino a

qualche decina di anni fa.

Fino alla fine dell'800 comunque, si era parlato di dominanza emisferica indicando con questo termine la prevalente attività funzionale di un emisfero rispetto all'altro, per quanto riguarda la funzione del linguaggio. Fu Lieppmann (1905) che utilizzò per primo questo termine per indicare anche la superiorità di questo emisfero per altre funzioni, quali ad esempio, il controllo dei movimenti appresi e memorizzati.

Si cominciò ad indagare anche sulle turbe prodotte da lesioni all'emisfero non dominante, e fu così che al concetto di dominanza emisferica si sostituì quello di "emisfero maggiore" ed "emisfero minore" ovvero di "specializzazione funzionale" degli emisferi. In pratica si sosteneva che, mentre un emisfero è specializzato per alcune funzioni, l'altro è specializzato in altre, senza ammettere peraltro la completa egemonia di uno dei due.

Il concetto di funzionamento dei due emisferi era passato dunque da una rigida simmetria funzionale ad un'altrettanto rigida asimmetria (Broca), per poi approdare ad una concezione più elastica, molto vicina a quella odierna, nella quale il cervello umano è visto come un sistema complesso, con un'organizzazione diffusa e variamente articolata delle funzioni.

Prendendo ora in esame studi più recenti si possono ravvisare almeno due linee di tendenza nelle teorie che

riguardano la dominanza:

A) la prima va ad indagare le funzioni differenziali dei due emisferi, attribuendo all'uno o all'altro una maggiore abilità per certi specifici compiti;

B) la seconda, più attuale, sostiene l'ipotesi della dominanza in relazione piuttosto ai modi differenziali nel trattare l'informazione.

Entrambi questi filoni utilizzano vari tipi di indagine che si rifanno sostanzialmente ad aree di ricerca quali lo studio di pazienti commissurotomizzati o con lesioni cerebrali, l'inattivazione farmacologica di alcune aree cerebrali o lo studio di soggetti normali con tecniche neuropsicologiche e psicofisiologiche.

Gli Autori che sostengono la prima linea di tendenza, appoggiano a loro volta due ipotesi esplicative: quella della "specializzazione assoluta" e quella della "specializzazione relativa".

I sostenitori della teoria della specializzazione assoluta, ritengono che la differenza di abilità di un emisfero rispetto all'altro messa in luce nei normali in situazioni sperimentali di discriminazione visiva ed acustica, sia dovuta al fatto che è sempre l'emisfero "specializzato" a trattare l'informazione ricevuta: se esso la riceverà direttamente, produrrà una risposta più rapida ed accurata. Se l'informazione viene invece

ricevuta dall'altro emisfero, quest'ultimo la inviera', attraverso le commissure, all'emisfero specializzato, dando luogo a quel decremento di tempo e di accuratezza da piu' Autori rilevato.

I sostenitori della "specializzazione relativa" ritengono invece, che tali differenze risiedano semplicemente nel fatto che e' sempre l'emisfero che riceve ad elaborare l'informazione: in questo caso le differenze sarebbero effettivamente legate alla minore o maggiore abilita', nel trattare quel tipo di informazione, dell'emisfero che riceve.

Lasciando ora da parte questi due orientamenti, c'e' da osservare che, essendo le funzioni dell'emisfero sinistro studiate da piu' tempo, c'e' una maggiore concordanza rispetto alle sue funzioni che risultano piu' chiare e definite (Bryden & Allard, 81).

Esso e' considerato l'emisfero verbale (Kimura, 61; Gazzaniga, Bogen & Sperry, 62; Gazzaniga & Sperry, 67) poiche' si occupa preferenzialmente, appunto, di stimoli verbali (Milner et al., 68; Sparks & Geschwind, 68; Juan de Mendoza & Grosso, 80; Zaidel, 76; Klein, Moscovitch & Vigna, 76).

In particolare per Zaidel (76) gli emisferi cerebrali si svilupperebbero assieme per la funzione linguistica fin verso i 5 anni di eta', dopo di che, a causa del grande sviluppo del linguaggio, sarebbe richiesto un piu' fine controllo motorio al

quale provvederebbe l'emisfero dotato di una costituzione neurologica superiore (di solito il sinistro) , che diverrebbe cosi' dominante. E' importante sottolineare a questo proposito che esiste oggi un'ipotesi circa la superiorita' dell'ES nella programmazione motoria (Kimura, 77; Kimura & Archibald, 74).

All'emisfero destro, di volta in volta, sono state attribuite maggiori capacita' nella discriminazione dei volti (Hines, 78; Hay, 81), dei colori (Davidoff, 76; Pennal, 77), nel cantare (Gordon, 70, 75), nella localizzazione di punti (Bryden, 76), nell'orientamento di linee (Atkinson & Egeth, 73), nella scoperta di un elemento target (Umilta' et al., 79), nella percezione di profondita' (Kimura & Durnford, 74), e nella decodifica di stimoli spaziali (Moscovitch, 76; Harris & Carr, 81). Esso possiederebbe la mappa dello spazio esteroceettivo del corpo, della posizione di dita arti e articolazioni rispetto a quella attuale ed al bersaglio (Bradshaw & Nettleton, 81).

Essenzialmente dunque, esso e' considerato l'emisfero visuo-spaziale, ma e' nota da qualche tempo anche la sua capacita' di trattare informazioni verbali (White, 72; Searleman, 77; Zaidel, 78; Moscovitch, 81). Proprio per questi dati contrastanti e per la constatazione che spesso lo stesso materiale e lo stesso compito sperimentale, a seconda del grado di complessita', inducono una superiorita' ora di uno ora dell'altro emisfero, questa linea teorica e' stata fortemente criticata e si sono

rafforzati gli studi atti ad approfondire il secondo filone, per il quale sono state proposte piuttosto dicotomie sul modo di condurre l'elaborazione stessa.

Semmes (68) reputa che l'ED abbia una rappresentazione diffusa rispetto a quella localizzata del sinistro, e che esso abbia in ambito sensomotorio, funzioni integrative. L'abilità spaziale gli deriverebbe, appunto, da tale modalità di rappresentazione.

Bogen (69, 75) sostiene tra i primi che il modo con cui viene analizzata l'informazione è più importante della natura del compito e che l'ED utilizza piuttosto modalità "apposizionali" rispetto a quelle "proposizionali" dell'ES.

Eccles (65, 73), ritiene che, al di là dei problemi di specializzazione, nel cervello integro esiste un rapporto privilegiato tra emisfero dominante e coscienza: l'emisfero minore sarebbe collegato ad essa per mezzo del dominante.

Kinsbourne (70) avanza l'ipotesi che il fenomeno delle asimmetrie percettive dei due emisferi da più parti messa in luce, rifletta un diverso livello di attivazione che sarebbe superiore nell'emisfero specializzato.

Cohen (73) ritiene che l'ED operi un processaggio "in parallelo" rispetto a quello "in serie" tipico del sinistro, dato questo disconfermato dal lavoro di Umilta' et al. (79).

Kohn e Dennis (74), sostenendo le tesi di Semmes e Cohen,

riportano che soggetti emisferectomizzati con ED intatto sono migliori in compiti spaziali che soggetti con ES intatto: l'ED fornirebbe quindi un miglior substrato per eseguire tali compiti.

Zaidel (76; 78) fa notare che, in pazienti lobotomizzati, l'ED mostra un notevole grado di comprensione verbale pur rimanendo inferiore al sinistro nella produzione verbale. Esso avrebbe dunque una decodifica di tipo "connotativo, associativo e per immagini", in contrasto con quella "denotativa, precisa e fonologica" tipica dell'ES.

Le Doux, Wilson e Gazzaniga (77) ritengono che la superiorita' dell'ED non possa essere genericamente denominata come superiorita' "visuo-spaziale", ma sia piuttosto da definirsi "manipulospaziale": sarebbero infatti ad appannaggio di detto emisfero, soprattutto le relazioni tra spazio ambientale e corpo.

Nebes (78) sostiene che l'ED e' superiore nel percepire relazioni tra le parti componenti e il tutto, nonche' nell'eseguire trasformazioni spaziali di input visivi. Esso sarebbe capace di fornire mappe cognitive e spaziali dell'ambiente nel quale il comportamento e' stato pianificato e programmato, proprio grazie alle sue caratteristiche di "globalita'" o "gestaltiche".

Per Patterson e Bradshaw (75) e Bradshaw et al. (76) la superiorita' dell'ED in situazioni spaziali e' quantitativa piu'

che qualitativa ed appare evidente in condizioni nelle quali si deve individuare rapidamente un'identità. L'ES, infatti, per arrivare a definire differenze, procede in maniera analitica e quindi più lenta.

Davis e Wada (77), utilizzando la tecnica psicofisiologica dei Potenziali Evocati acustici e visivi, concludono che l'ED processa informazioni distribuite spazialmente, mentre l'ES informazioni ordinate temporalmente.

Ley e Bryden (79) vedono differenze emisferiche soprattutto per quel che riguarda la reattività emozionale, maggiore nell'emisfero di destra.

Bradshaw e Nettleton (81) definendo l'ES come l'emisfero seriale, segmentale, temporale ed in definitiva "analitico", lo contrappongono a quello destro che viene definito "olistico".

Per questi autori stimoli complessi, ritmici, sequenziali uditivi sono trattati meglio con le modalità di analisi dell'ES, tesi questa sostenuta con argomentazioni di tipo clinico anche da Cooper (81). La superiorità dell'ED è dagli stessi Autori, definibile "per difetto": l'ED fa ciò che non fa il sinistro, si occuperebbe perciò di stimoli più semplici, unidimensionali o globali (vedi anche Davis & Wada, 77; Mills & Rollman, 80; Moscovitch, 79).

Per quel che riguarda il controllo dei movimenti sequenziali, Summers e Sharp (79) ritengono che entrambi gli

emisferi siano implicati: l'ES per quanto riguarda l'organizzazione in un ordine corretto, l'ED per collocare esattamente nello spazio corporeo i vari segmenti.

Dimond (79a e b) pensa che l'ED sia piu' abile nel mantenere l'attenzione sostenuta, mentre l'ES si occuperebbe dell'attenzione selettiva e focale. Quando occorre una convergenza di vari elementi (visivi, cenestesici, vestibolari), un'integrazione, quindi, eteromodale, l'ED sarebbe in grado di fornire il substrato attentivo piu' adatto. In un lavoro dedicato specificamente a questo problema Salmaso (80) ha dimostrato una superiorita' dell'ES nella vigilanza.

Anche le modalita' precipue delle situazioni sperimentali sono in grado di influenzare differentemente i due emisferi: tempi di esposizione piu' lunghi, dimensioni ridotte dello stimolo, agevolano l'ES che ha comunque bisogno di quantita' maggiori di informazione per portare avanti il compito. L'ED si mostra piu' stabile ed addirittura migliore anche in esperimenti con materiale verbale, quando siano presenti interferenze.

L'aumento dell'angolo di presentazione di stimoli visivi come pure le basse frequenze, facilitano l'elaborazione dell'ED, mentre le alte frequenze e la presentazione foveale sembrano essere ad appannaggio, in termini di analisi, dell'ES (Sergent, 82). Questa ipotesi e' stata tuttavia criticata da Salmaso e Mecacci (85) i quali hanno messo in luce un vantaggio dell'ED per

le alte frequenze spaziali.

Moscovitch (79) rileva che le asimmetrie emergono in maniera piu' netta quando sono importanti per il compito aspetti mnemonici, o quando devono essere estratte proprieta' astratte, categoriali e integrative d'alto ordine (ES), piuttosto che aspetti semplici ed immediati. Questo Autore ritiene comunque che si debba parlare di differenze intraemisferiche in questo senso: ogni emisfero e' composto da un insieme di strutture altamente integrate, che formano un sistema. E' quest'ultimo che, visto nel complesso, e' differente a destra ed a sinistra.

DIFFERENZE ANATOMICHE

Benche' la storia scientifica della dominanza cerebrale e della preferenza manuale possa essere datata con le prime osservazioni di Dax e di Broca (citati in Geschwind, 84), l'attenzione sulle differenze anatomiche sottostanti agli aspetti funzionali, e' in realta', molto piu' recente.

Cio' non sorprende in quanto molto dipende, in questo come in altri campi affini, dallo sviluppo delle tecniche utilizzabili per tale studio ed inoltre occorre considerare come, trattandosi del cervello umano, tecniche comunemente utilizzate per l'animale, non possono spesso essere applicate.

Le prime osservazioni sistematiche di una differenza anatomica tra i due emisferi, risalgono ai lavori di Geschwind e Levitsky (68) i quali trovano una grossa asimmetria nella parte posteriore della regione temporale superiore, cioe' in una parte dell'area di Wernicke.

Questa macroscopica differenza e' stata presa di nuovo in considerazione in un lavoro piu' recente (Galaburda et al. 78), lavoro nel quale vengono postulate alla base di essa differenze citoarchitettiche. Tali differenze si sviluppano nella vita intrauterina e sono quindi gia' evidenziabili alla nascita (Chi et al, 77). Le May (76) sostiene inoltre che esse siano presenti nel cervello umano da almeno 300.000 anni.

Differenze tra i due emisferi nella scissura di Silvio sono state messe in luce da numerosi lavori (Le May & Culebras, 72; Rubens et al, 76). Tali asimmetrie sono ancora piu' evidenti nel planum temporale che rappresenta il piano ed il tetto della fossa Silviana. Il planum temporale risulta anche di dieci volte piu' lungo a sinistra che a destra (Geschwind & Levitski, 68; Wada 69; Witelson & Pallie, 73).

Benche' anche in altre speci animali siano state rilevate differenze anatomiche tra i due emisferi, l'origine di tali differenze sembra essere sostanzialmente diversa rispetto a quella postulata per l'uomo. In quest'ultimo infatti, le asimmetrie riscontrate sembrano essenzialmente da correlarsi con l'utilizzo di strumenti e, soprattutto con lo sviluppo del linguaggio. C'e' da notare inoltre, che le differenze considerate sono piu' marcate nei soggetti destrimani, mentre nei mancini le proporzioni relative delle aree prese in esame, sembrano essere piu' simili ed essi mostrano, quindi nel complesso, una maggiore simmetria anatomica.

Un'altra considerevole differenza anatomica connessa con la preferenza manuale, riguarda il lobo frontale: esso presenta una maggiore lunghezza ed estensione in avanti nell'ED rispetto al sinistro.

Il lobo occipitale invece, risulta maggiormente esteso nell'emisfero sinistro (Le May, 77). Wada, Clark e Hamm (75)

fanno notare che la differenza tra le due regioni frontali e' presente anche quando e' inclusa l'area di Broca, area prettamente "linguistica".

Un'altra differenza nota da tempo, e' quella relativa ai corni occipitali dei ventricoli laterali, che sono piu' lunghi a sinistra. Anche in questo caso i mancini presentano distribuzioni diverse (McRae, Branch & Milner, 68).

A queste differenze macroscopiche, ne sono state ultimamente aggiunte altre rilevate con tecniche piu' raffinate. Ad esempio, Falzi, Perrone e Vignolo (82) hanno messo in luce un maggior numero di giri (folding) nell'opercolo frontale sinistro.

Amaducci et al. (81) hanno dimostrato che il tasso dell'enzima colin-acetiltransferasi e' maggiore nel giro temporale superiore sinistro, che e' una regione prettamente "linguistica".

Eidelberg e Galaburda (in press) hanno evidenziato una asimmetria nel lobulo parietale inferiore (parte del giro angolare, altra area "linguistica") a favore del lato sinistro. Il nucleo posteriore laterale del talamo, che proietta sul lobulo inferiore parietale, e' anch'esso piu' espanso a sinistra (Eidelberg & Galaburda, 82).

C'e da notare che alle differenze architettoniche si accompagnano spesso asimmetrie nelle fibre di connessione. A questo proposito Kertesz e Geschwind (71) rilevano come il 73%

dei destrimani mostri una decussazione piramidale piu' alta a sinistra che a destra, e fanno notare che il tratto piramidale destro e' piu' largo del sinistro. Nei mancini tali asimmetrie non risultano necessariamente rovesciate.

Yakovlev e Rakic (66) mettono in luce un'asimmetria nella decussazione dei fasci piramidali, asimmetria presente anche nel cervello fetale (Yakovlev, 72). Tale piu' completa decussazione delle fibre che vanno da sinistra a destra, potrebbe significare, in termini funzionali, un maggiore e piu' esteso controllo dell'emisfero sinistro sulla mano destra, rispetto a quello esercitato dall'ED sulla mano sinistra.

In un lavoro recentissimo la neuropsicologa Witelson, analizzando 42 cervelli post mortem, ha dimostrato come vi sia una maggior estensione del corpo calloso in quelli appartenenti ad individui mancini. Il corpo calloso e' la maggiore struttura di connessione tra i due emisferi ed attualmente si tende a non considerarla piu' una struttura passiva di comunicazione. Le modalita' degli scambi d'informazione tra i due emisferi sono ormai considerate fondamentali nello studio del comportamento e rappresentano uno degli aspetti piu' importanti per la comprensione delle funzioni neuropsicologiche.

Per quello che riguarda lo sviluppo ontogenetico, le aree linguistiche dell'emisfero sinistro si sviluppano piu' lentamente nel periodo fetale per raggiungere poi una maggiore estensione e

complessita' organizzativa.

Altri dati di tipo fisiologico mostrano, ad esempio, asimmetrie pressorie (pressione sistolica) nell'arteria oftalmica: i destrimani risultano avere valori piu' alti sul lato destro, mentre i mancini hanno differenze meno rilevanti (Carmon e Gombos, 70). Carmon et al. (72, 77) confermano questi dati misurando il volume del sangue nei due emisferi.

Da notare che i lavori sopracitati non riportano differenze significative per quel che riguarda i due sessi.

A completamento dei dati fin qui riportati, e' utile citarne alcuni, ottenuti con metodi indiretti, rispetto al rapporto tra lateralizzazione delle funzioni linguistiche e preferenza manuale.

Tra i piu' noti, vi sono quelli evidenziati con l'inattivazione da Amytal sodico di alcune aree linguistiche da vari Autori (Milner, 75; Rossi & Rosadini, 67; Rasmussen & Milner, 77). In questi lavori si e' dimostrato che, mentre la quasi totalita' dei destrimani ha le funzioni linguistiche localizzate a sinistra, i mancini mostrano una maggiore distribuzione tra i due emisferi, sebbene anche per questi ultimi sia percentualmente presente una maggiore rappresentazione nell'ES.

A conferma di cio' si possono riportare i dati clinici relativi a disturbi afasici evidenziatisi in seguito a lesioni

unilaterali. La maggior parte dei destrimani presenta infatti la comparsa di afasie in seguito a lesioni sinistre (95%), mentre per i mancini cio' e' vero in percentuali che variano a seconda dei lavori considerati dal 68% (Corballis, 83), al 61.4% (Segalovitz & Bryden, 83), al 56% (Levy, 76) al 45% (Strauss & Wada, 83).

I mancini sembrano inoltre facilitati nel recupero delle funzioni linguistiche rispetto ai destrimani (Luria, 47; Subirana, 69). Tutto cio' contribuisce a rafforzare l'ipotesi che nel mancino ci sia una maggiore equipotenzialita' tra i due emisferi, equipotenzialita' che rende possibile all'uno o all'altro di farsi carico di funzioni non proprie.

E' interessante notare come questa distribuzione anomala si riscontri anche per le funzioni visuo-spaziali, per le quali vi e' una diretta superiorita' dell'ED nei destrimani. In seguito a lesioni unilaterali a destra, il 69.3% dei destrimani presenta disturbi spaziali, contro il 42.6% dei mancini (Bryden, 82).

Ratcliff et al (80) attraverso esami angiografici, hanno mostrato che, in soggetti sani, l'emisfero dominante per il linguaggio presenta una maggiore estensione posteriore della scissura di Silvio.

Galin e Ornstein (72) registrano un aumento del ritmo alfa a destra durante compiti verbali ed a sinistra per compiti spaziali. In relazione allo stesso parametro, Butler e Glass (74)

trovano delle differenze tra destri e mancini durante un compito aritmetico : nei primi e' evidenziabile una disattivazione maggiore nell'ES , nei secondi tale disattivazione e' equivalente nei due emisferi .

Kutas e Donchin (74) hanno trovato che i potenziali relativi allo stato di preparazione che precede un movimento volontario, sono piu' ampi nell'emisfero controlaterale alla mano che esegue, nei destrimani. Nei mancini cio' e' vero solo per la mano destra, mentre per la sinistra si evidenziano potenziali simmetrici bilaterali.

E' interessante notare che maggiori asimmetrie sono presenti nei destrimani rispetto ai mancini anche per quello che riguarda le impronte digitali (Newman, 40; Rife, 55).

DIFFERENZE SESSUALI NELLA SPECIALIZZAZIONE EMISFERICA

Usualmente si fa riferimento per quel che riguarda la donna, al fenomeno della cosiddetta "minore lateralizzazione". In letteratura infatti si trovano assai spesso affermazioni in questo senso (Mc Glone & Davidson, 73; Lake & Bryden, 76; Rizzolatti & Buchtel, 77) sebbene ultimamente vengano riportati dati sperimentali a sostegno dell'ipotesi contraria (Salmaso & Longoni, 83).

D'altra parte c'è da sottolineare come la eterogeneità delle situazioni sperimentali (differenze nel materiale e negli stimoli presentati, metodiche diverse tra loro e spesso non comparabili) producano dati contrastanti e poco chiari.

Del resto studi neuroanatomici e clinici sull'asimmetria emisferica non mettono in luce differenze significative tra i sessi (Springer & Deutsch, 81).

Inoltre la "minore lateralizzazione" potrebbe, in linea di principio, essere spiegata secondo almeno quattro ipotesi interpretative:

A) all'interno della popolazione femminile potrebbero essere presenti, per la stessa funzione, due gruppi a direzione di dominanza diversa (un gruppo a dominanza emisferica sinistra, ed un altro a dominanza destra);

B) potrebbe essere presente la dominanza di un solo emisfero per

elaborazioni di materiale linguistico e spaziale;

C) potrebbe essere ipotizzabile una simmetria emisferica parziale: ci potrebbe essere cioè, una maggiore rappresentazione bilaterale per funzioni che sono normalmente tipiche di un solo emisfero;

D) potrebbe verificarsi l'effettiva bilateralità delle funzioni in entrambi gli emisferi per uno stesso soggetto, con capacità comunque ridotte su entrambi.

Per ognuna di queste ipotesi è possibile postulare un'incidenza notevole del fattore culturale oltre che genetico.

L'IPOTESI GENETICA DELLA DOMINANZA EMISFERICA E DELLA PREFERENZA LATERALE

Un'altro aspetto relativo allo studio della dominanza emisferica ed all'uso preferenziale di un arto, e' quello della genesi di tali differenze.

La percentuale di mancinito significativamente piu' alta riscontrata nei gemelli monozigoti rispetto ai dizigoti ed ai non gemelli, depone a favore dell'ipotesi genetica.

Nagylaki e Levy (73) ritengono che, in alcuni casi, al momento in cui avviene la separazione dei blastomeri nei gemelli monozigotici, avvenga un rovesciamento della asimmetria.

Newman (17) ha confermato che si puo' avere situs inversus nelle impronte della mano e del piede, nella disposizione dei capelli e nella preferenza manuale, cosa che darebbe conto della particolare incidenza del mancinito tra questo tipo di gemelli. E' stato inoltre ipotizzato che la specializzazione di lato degli emisferi sia adattiva in quanto permetterebbe in maniera ottimale sia analisi che concettualizzazione (ES) che sintesi e visualizzazione (ED). Se cio' fosse vero in assoluto, tutti gli Homo Sapiens avrebbero cervelli ugualmente asimmetrici.

Il fatto che cosi' non sia, fa supporre che, per quanto nell'evoluzione dell'uomo la maggiore capacita' di sopravvivenza sia andata ad un gruppo di Hominidi con "capacita'" generali

(asimmetrie emisferiche), e' stato utile che una maggioranza fosse "specialista" (emisferi funzionalmente simmetrici) (Levy, 69, 74; Salmasso, 85).

La dominanza emisferica e l'uso della mano, sarebbero entrambi sotto il controllo genetico ed i relativi meccanismi genetici di controllo, sarebbero in qualche modo in relazione (Trankell, 55; Annett, 74).

Questa ipotesi e' stata piu' recentemente spiegata da Levy e Nagylaki (72) secondo un modello piu' complesso di tipo genetico. Nel loro lavoro, viene postulata l'esistenza di due geni, uno con gli alleli (L) e (l) che determinerebbe quale emisfero domina il linguaggio, e l'altro, con gli alleli (C) e (c), che determinerebbe se il controllo della mano sara' controlaterale o ipsilaterale a questo emisfero.

Tale modello, che spiega molto bene le percentuali di destri a dominanza sinistra, di mancini a dominanza sinistra e a dominanza destra riscontrati dai vari studi sulla popolazione umana normale, e' stato recentemente messo in discussione, per alcuni aspetti, dai lavori di Mc Keever e Van Deventer (77) che pero' non propongono modelli alternativi.

C'e' da considerare che negli animali non sembra che la preferenza laterale abbia un fondamento genetico. Peterson (34) nel ratto e successivamente Collins (69) nel topo, hanno dimostrato, attraverso incroci selettivi, che la prevalenza di

questo carattere non aumenta nella discendenza.

Anche nelle scimmie, gli individui destri e sinistri sono rappresentati nelle stesse proporzioni, il che indica una mancanza di determinazione genetica per questa caratteristica. La preferenza laterale deriverebbe quindi, nell'animale, da contingenze accidentali in cui il primo rinforzo ambientale sia stato in seguito esaltato da un feedback positivo.

LO SVILUPPO ONTOGENETICO DELLA LATERALITA'

Uno dei principali problemi connessi con lo sviluppo della lateralita' e' se essa sia un prodotto dell'ambiente o, viceversa, un fattore biologicamente determinato. Nel corso dei secoli, da Platone in poi, moltissimi Autori hanno sostenuto ora l'una ora l'altra tesi, basandosi soprattutto su osservazioni dell'evolvere del fenomeno nel bambino, ma solo recentemente si e' cominciato a studiare lo sviluppo ontogenetico della lateralita' in maniera sistematica.

Ci sono pochi dubbi sul fatto che la preferenza manuale sia una caratteristica complessa e che nei primi periodi di vita sia da considerarsi variabile fluttuante e instabile. Generalmente si ritiene che tale preferenza si strutturi in maniera definitiva verso gli 8/11 anni (Beaumont, 74; Belmont & Birch, 63; Connolly & Elliot, 72) e molti Autori sostengono che preferenze mostrate prima di queste eta' non siano sufficientemente predittive

rispetto alla preferenza manuale dell'età adulta (Hildreth, 69 ; Corballis & Beale, 76).

Già durante i primi tre mesi di vita comunque, l'uso degli arti è essenzialmente asimmetrico e l'arto destro sembra essere più attivo che non il sinistro (Giesecke, 36). Queste forme primitive d'azione asimmetrica sono state ritenute da alcuni Autori "indicatori" della successiva lateralità (Petrie & Peters, 80) ma sembrano a loro volta indotte dall'orientamento preferenziale del capo che il neonato assumerebbe in relazione alla posizione supina nella quale viene a trovarsi nei primi periodi di vita (Gesell, 38; Coryell & Michel, 78; Coryell & Cardinali, 79).

Una delle più eclatanti manifestazioni di asimmetria funzionale neonatale, infatti, è il così detto "riflesso tonico del collo" o "postura dello schermidore" (Coryell & Michel, 78). Tale riflesso può essere osservato già a 28 settimane dal concepimento e scompare circa 20 settimane dopo la nascita.

La maggior parte dei neonati esibisce un riflesso tonico del collo verso destra: la direzione di tale riflesso è, per alcuni Autori, correlata alla successiva preferenza manuale (Gesell & Ames, 47). Coloro che però presentano alla nascita un riflesso tonico del collo a sinistra, sembrano sviluppare solo nel 45% dei casi una preferenza manuale sinistra e per il resto sviluppano una preferenza destra o una ambilateralità. Questi dati,

confermati successivamente dalla Annett (1972, 78), si accordano anche con i lavori di Coryell e Michel (78) e di Michel (81).

Per Michel la preferenza manuale e' direttamente dipendente dall'orientamento del capo : esso infatti determinerebbe il vantaggio iniziale dell'arto destro che, cadendo completamente nel campo visivo e' favorito nella produzione di movimenti. Liederman e Kinsbourne (80) notano che la frequenza del comportamento "girarsi verso destra o verso sinistra" in risposta a stimoli posti simmetricamente e' correlata in maniera significativa con la preferenza manuale dei genitori, osservazione questa che suggerisce una determinazione biologica del fenomeno. Cioni e Pellegrinetti (82) hanno messo in evidenza l'effetto della familiarita' sinistra (FS) sulla posizione spontanea del capo. Infatti solo i neonati senza familiarita' sinistra mostravano una marcata tendenza verso destra (Vedi anche "Variabili che influenzano la preferenza manuale"). Successivamente, studi compiuti su bambini prematuri e nati a termine che presentano la stessa prevalenza percentuale di riflessi tonici verso destra (Gardner, Lewkowicz & Turchewitz, 77) ha rinforzato questa ipotesi.

Salk (73) e Ginsburg et al. (79) pero' attribuiscono ad un fattore ambientale, l'interazione madre-bambino nei primi giorni di vita, un'importanza notevole nel determinare il comportamento di torsione del collo verso destra e, in via indiretta, la

preferenza manuale. Secondo le osservazioni di Salk, l'83% delle madri destrimani ed il 78% di quelle mancine, pongono il bambino sul lato sinistro del petto al fine di tranquillizzarlo con l'ascolto del loro battito cardiaco, determinando così l'orientamento del capo verso destra. Ginsburg et al. (79) sostengono anch'essi l'ipotesi che sia il modo preferenziale di tenere in braccio il neonato, con il capo al di sopra della spalla sinistra materna, a determinare la maggiore frequenza verso destra nella rotazione del capo.

Altri Autori ritengono che anche influenze ambientali prenatali (posizione intrauterina) possano avere un ruolo determinante in questo senso. Comte (1828, citato da Harris, 80) riteneva che la posizione fetale in cui il bambino porrebbe il lato sinistro del corpo verso il dorso della madre ed il destro verso l'addome possa essere importante a questo proposito. Essendo il lato destro più libero di muoversi si produrrebbe la preferenza di questo lato sull'altro. Successivamente questa ipotesi, sempre correlata con la percentuale di presentazioni destre o sinistre del capo durante il parto, è stata ripresa e confermata da altri Autori (Moss, 29; Kopell, 71).

Anche per quel che riguarda lo "stepping reflex" vari AA (Melakian, 81) ottengono a favore dell'arto inferiore destro, percentuali sovrapponibili a quelle riscontrate nell'adulto destrimane per la preferenza podale.

Per cio' che attiene specificatamente all'uso preferenziale della mano, esso sembra nei primissimi mesi di vita ad appannaggio della sinistra (Mc Donnell, 79; Di Franco et al., 78). C'e' da considerare pero' che fino ai 5/6 mesi e' possibile osservare piuttosto un'attivita' manipolatoria unimanuale che non una preferenza reale per l'uso di una mano. Solo verso i 7 mesi di vita ci troviamo di fronte a operazioni bimanuali (Ramsay, 79) nelle quali si puo' distinguere l'arto preferito: esso infatti assume un ruolo attivo rispetto all'altro che fa da sostegno. E' in questa eta' che si puo' iniziare realmente a parlare di prevalenza nell'utilizzo della mano destra, prevalenza che risentira' comunque di fluttuazioni cicliche fino appunto agli 8/9 anni (Gesell & Ames, 47; Seth, 73; Goodal, 80). Del resto anche Coren, Duncan e Porac (81) trovano che la proporzione di congruenze delle risposte di preferenza laterale per mano-occhio-piede, aumenta con l'eta' ad indicare un convergere sempre piu' netto verso una preferenza laterale definitiva. (Vedi anche "variabili che influenzano la preferenza manuale").

Caplan e Kinsbourne (76) e Hawn ed Harris (79) definiscono la preferenza manuale non piu' in termine di prensione o manipolazione ma in termini di forza e resistenza, mettendo in luce la preferenza destra nel "grasping reflex" gia' all'eta' di 17 giorni.

In conclusione anche nel neonato e' presente una naturale

tendenza non solo ad orientarsi prevalentemente verso destra, ma anche a muovere preferenzialmente l'arto superiore destro (Liederman, 83).

INDAGINE SPERIMENTALE

PREMESSA

Nei capitoli precedenti e' stato ampiamente trattato il problema della preferenza manuale nelle sue varie articolazioni. La conclusione che si puo' trarre e' che, per la complessita' dell'argomento e per i vari problemi metodologici implicati nella sua misurazione, occorre affrontare lo studio di questa variabile con la metodologia propria degli studi neuropsicologici anche in ambito sportivo.

L'indagine e' quindi iniziata con la somministrazione di un questionario gia' applicato da uno degli autori (Salmaso & Longoni, 83; 85) alla popolazione normale. Dalle risposte ottenute sono state ricavate delle distribuzioni di frequenza attraverso le quali ci si e' posti l'obiettivo di verificare le osservazioni sul maggior numero di mancini che si ritiene siano presenti in ambito sportivo.

L'ipotesi principale che viene considerata ed analizzata statisticamente e' se fattori di tipo strategico o, viceversa, fattori di tipo biologico siano alla base di questa diversa distribuzione di preferenze.

SOGGETTI E METODO

Per questo studio sono stati utilizzati 1073 atleti le cui principali caratteristiche sono illustrate nella Tabella 1. Come si può osservare gli atleti sono stati suddivisi in 4 livelli di prestazione tenendo conto dei risultati ottenuti nelle competizioni della specialità praticata. Nel 1 livello sono inclusi gli appartenenti alle rappresentative nazionali ed i finalisti ai campionati Italiani assoluti. Nel 2 livello sono compresi i partecipanti ai campionati Italiani assoluti ed i finalisti dei campionati Italiani di categoria. Il 3 livello è rappresentato dai partecipanti ai campionati Italiani di categoria ed ai campionati interregionali. Il 4 livello comprende atleti che gareggiano solo a livello regionale o di club.

TABELLA 1 : TAVOLA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE ESAMINATO

		M	F	TOT	%
SOGGETTI		786	287	1073	
ETA'	media	20.8	18.1	20.0	
	s. d.	6.92	5.84	6.88	
TITOLO DI STUDIO					
	inferiore	306	122	428	39.9
	superiore	480	165	645	60.1
LIVELLI DI PRESTAZIONE					
1 LIVELLO		208	37	245	22.8
2 LIVELLO		224	89	313	29.2
3 LIVELLO		186	85	271	25.3
4 LIVELLO		168	76	244	22.7

Nella tabella 2 il gruppo e' suddiviso in base alla specialita' di appartenenza. Si e' ritenuto utile tenere in considerazione le varie discipline poiche' in esse sono chiaramente implicate differenti abilita' sensoriali e motorie che potrebbero variamente interagire con il problema della preferenza laterale.

TABELLA 2 : SPECIALITA' SPORTIVE CONSIDERATE

	M	F	TOT
1. ATLETICA LEGGERA	41	6	47 *
2. BASKET	47	7	54 *
3. CANOTTAGGIO	15	-	15 *
4. CALCIO	20	-	20 *
5. GOLF	-	-	-
6. GINN. ARTISTICA	18	6	24 *
7. LOTTA	28	-	28 *
8. PALLANUOTO	30	-	30 *
9. NUOTO	50	15	65 *
10. PALLAVOLO	34	1	35 *
11. PALLAMANO	-	-	-
12. PENTATHLON	45	-	45 *
13. RUGBY	2	-	2
14. SCHERMA	136	74	210 *
15. TENNIS	101	51	152 *
16. TUFFI	10	6	16 *
17. TIRO A SEGNO	10	-	10 *
18. PATT. ARTISTICO	52	107	159 *
19. BASEBALL	47	-	47
20. PESCA SUBACQUEA	12	-	12 *
21. TIRO A VOLO	36	7	43 *
22. KARATE	26	3	29 *
23. JUDD	20	4	24 *
24. CICLISMO	6	-	6 *
TOTALI	786	287	1073

* Le specialita' sportive contrassegnate dall'asterisco sono state analizzate anche tramite una scheda specifica (vedi testo)

A tutti i soggetti e' stato somministrato il questionario di Oldfield (71) nell'adattamento italiano di D. Salmaso. Tale questionario comprende 20 items relativi ad attivita' in cui e' richiesto l'uso della mano e 2 items relativi al piede e all'occhio. Le attivita' considerate sono ad es. lo scrivere, il

disegnare, il lanciare etc e sono riportate nella tavola I (si veda anche la tabella B). Sono stati aggiunti altri 2 items che si riferiscono all'utilizzo specifico di mano e piede nella pratica sportiva.

Per tutti i soggetti sono state inoltre raccolte alcune informazioni circa l'età e la preferenza familiare sinistra, variabili queste che sono vengono indicate come rilevanti per la lateralizzazione.

Il gruppo di controllo e' costituito da 1694 soggetti italiani oggetti di precedenti lavori (Salmaso & Longoni, 83; 85).

Sulla base delle risposte date dai soggetti e' stato calcolato un quoziente di lateralita' (QL) che si ottiene dalla seguente formula:

$$QL = \frac{Rd - Rs}{Rd + Rs} * 100$$

dove per Rd si intendono tutte le risposte destre e per Rs tutte le risposte sinistre. Il valore di QL varia in modo continuo da -100 a +100 indicando un'estrema preferenza sinistra per QL=-100 e una estrema preferenza destra per QL=100. Il QL di ciascun soggetto determina quindi la sua posizione su questo continuum. Generalmente si considerano tutti i soggetti con QL <= 0 soggetti non destrimani.

Come evidenziato precedentemente (Salmaso & Longoni, 83; 85)

il tipo ed il numero di attività incluse nel questionario incidono in modo significativo sulle distribuzioni di QL che si ottengono sul campione esaminato. Infatti se si osservano le distribuzioni calcolate su tutti gli items o, viceversa, solo su quelli che un metodo oggettivo ha indicato come i più correlati tra di loro, si ottengono distribuzioni di frequenza significativamente diverse ($p < .001$). Tale dato è presente anche nel nostro studio ed è evidenziato numericamente nella tabella 3 e graficamente nelle figure 1 e 2. Per le ragioni fin qui riportate e discusse dettagliatamente in altri lavori (Salmaso & Longoni, 85) si è ritenuto opportuno utilizzare nella nostra ricerca le distribuzioni di frequenza ottenute considerando solo 10 dei 20 items del questionario utilizzato (LQ-10). Per comodità il continuum viene suddiviso in un certo numero di classi di eguale grandezza.

TABELLA 3 : DISTRIBUZIONI DI FREQUENZA SUL CAMPIONE ESAMINATO
CONSIDERANDO LQ-20 E LQ-10.

CLASSI	LQ-20	LQ-10
1	8	23
2	9	14
3	15	7
4	10	6
5	7	10
6	13	11
7	7	7
8	6	2
9	8	6
10	15	11
11	6	12
12	13	23
13	27	38
14	50	43
15	81	80
16	111	63
17	137	85
18	157	92
19	203	153
20	190	387

CHI-SQUARE = 139.678 DF=19 PC. 001

FIGURA 1 : DISTRIBUZIONI DI FREQUENZA SU LQ-20

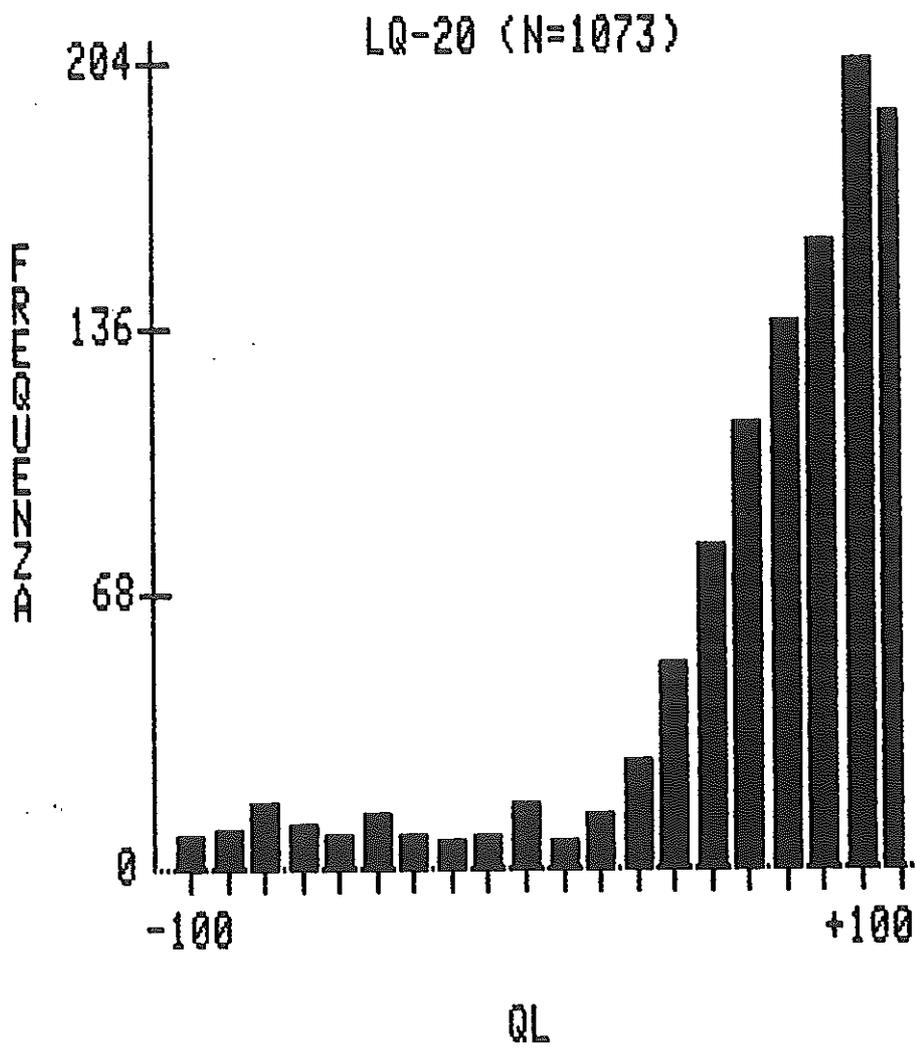
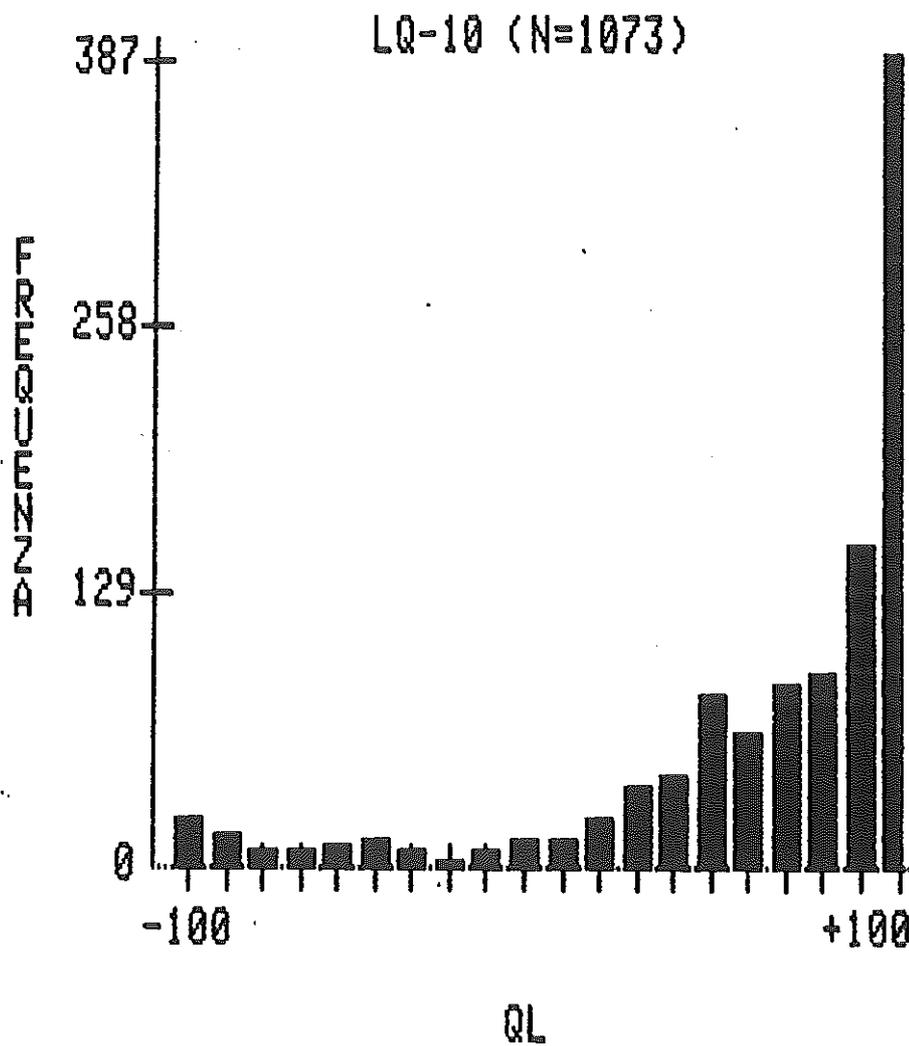


FIGURA 2 : DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA SU LQ-10



RISULTATI E DISCUSSIONE

Nella tabella 4 sono riportate le percentuali di mancini e di destrimani rilevate con la stessa metodologia, negli sportivi e nel campione di controllo. Tra gli sportivi e' presente un 9% di mancini mentre nel controllo tale percentuale e' del 6.6%. Questo risultato sembra confermare l'osservazione empirica di una prevalenza di mancini in ambito sportivo. Occorre ricordare che tale osservazione non poteva essere considerata elemento sufficiente a valutare realmente le differenze tra i due gruppi in quanto per uno di essi (gli atleti) la valutazione si basava su un'attivita' (il gesto sportivo) radicalmente diversa da quelle comuni e sulla quale potevano aver influito altri fattori.

TABELLA 4 : PERCENTUALI DI MANCINI E DESTRI MANI NEL CAMPIONE DI SPORTIVI E NEL CAMPIONE DI CONTROLLO

	LQ <= 0	LQ > 0		
SPORT	9.0	91.0		
CONTROLLO	6.6	93.4		
CHI-SQUARE	SPORT VS CONTROLLO	5.546	DF =1	P<.02

Come gia' messo in evidenza sul campione di controllo, anche negli atleti fattori quali l'eta' e la familiarita' sinistra (FS+ e FS-) incidono significativamente sulle distribuzioni, mentre

per il fattore sesso non vengono rilevate differenze. La tabella 5A riporta questi dati ed i valori dei relativi tests statistici.

TABELLA 5A : DISTRIBUZIONE DEI SOGGETTI CON PARTICOLARI CARATTERISTICHE RILEVATE SU LQ-10

CLASSI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTALE (1073)	37	13	21	9	17	35	81	143	177	540
FEMMINE (287)	10	5	5	4	7	11	20	44	52	129
MASCHI (786)	27	8	16	5	10	24	61	99	125	411
FS+ (287)	18	7	10	4	7	13	22	43	43	120
FS- (786)	19	6	11	5	10	22	59	100	134	420
10-18 (506)	13	8	12	6	8	20	38	72	105	224
19-80 (567)	24	5	9	3	9	15	43	71	72	316
CHI-SQUARE MASCHI/FEMMINE						8.864	DF=9	N. S.		
CHI-SQUARE FS+/FS-						30.769	DF=9	P<.001		
CHI-SQUARE GRUPPI DI ETA'						24.911	DF=9	P<.01		

La tabella 5B invece riassume gli stessi dati in termini percentuali. Come si puo' notare i soggetti con FS+ hanno una percentuale di mancinito quasi tripla rispetto a quelli con FS- (16% vs 5.2%). Si puo' anche osservare che il numero di mancini diminuisce nei due gruppi di eta' (9.2% vs 8.8%). Gli stessi

risultati erano stati ottenuti sul gruppo di controllo e viene quindi riconfermato l'effetto di tali variabili per la preferenza laterale. E' stato spesso riportato il dato che vi sono piu' mancini tra i maschi che tra le femmine: nello sport, come nel controllo, non sono invece evidenziabili differenze significative in questo senso, ma addirittura, tra gli atleti, sembra evidenziarsi una tendenza opposta.

TABELLA 5B : PERCENTUALI DI MANCINI E DESTRIMANI SU SOGGETTI CON PARTICOLARI CARATTERISTICHE

	N	LQ <= 0	LQ > 0
TOTALE	1073	9.0	91.0
FEMMINE	287	10.4	89.6
MASCHI	786	8.4	91.6
FS+	287	16.	84.
FS-	786	5.2	94.8
10-18	506	9.2	90.8
19-80	567	8.8	91.2

Bisogna ora chiedersi quali sono le ragioni della maggiore presenza di mancini in ambito sportivo. E' possibile ipotizzare l'intervento di due diversi fattori: uno di tipo strategico e l'altro di tipo neurofunzionale. Per studiare l'influenza di

questi due fattori nella determinazione delle distribuzioni di frequenza, i dati sono stati analizzati in vari modi. Nella tabella 6 sono riportate le percentuali di mancini in base al livello di prestazione. Si può notare che vi è una tendenza ad un aumento delle percentuali in rapporto alla performance. Questo risultato, non essendo statisticamente significativo va considerato con cautela, ma sembra comunque indicare una relazione positiva tra prestazione e mancinità.

TABELLA 6 : PERCENTUALI DI MANCINI E DESTRIMANI NEL CAMPIONE DI SPORTIVI IN RAPPORTO AI LIVELLI DI PRESTAZIONE

	N	LQ ≤ 0	LQ > 0
1 LIV	245	10.2	89.8
2 LIV	313	9.9	90.1
3 LIV	271	9.2	90.8
4 LIV	244	6.6	93.4

L'interrogativo che ci si pone è se l'effetto sopradescritto possa essere spiegato solo sulla base di un vantaggio di tipo strategico. Secondo tale ipotesi per gli atleti destrimani ci sarebbero delle oggettive difficoltà nell'incontrare avversari mancini (vedi ad es. scherma e tennis). Sebbene nel nostro gruppo di atleti, queste due specialità siano iperrappresentate, è difficile credere che esse abbiano

influito in maniera così incisiva nei risultati globali. Nella tabella 7 infatti, sono riportate le percentuali di destrimani e mancini in funzione delle varie specialità. Come si può notare le percentuali più alte di mancinità sono riscontrabili in due specialità (tuffi e ciclismo) per le quali è impossibile sostenere l'effetto di un vantaggio strategico. Comunque, anche escludendo queste due specialità per il basso numero di soggetti testati, non emerge una chiara superiorità nelle percentuali di mancini in attività con o senza avversario. Complessivamente inoltre, questo risultato è in accordo con quanto riportato nella ricerca precedentemente citata di Porac & Coren (81).

TABELLA 7 : PERCENTUALI DI MANCINI E DESTRIMANI IN FUNZIONE DELLE SPECIALITA' PRATICATE

	N	LQ ≤ 0	LQ > 0
1. ATLETICA LEGGERA	47	14.8	85.2
2. BASKET	54	5.5	94.5
3. CANOTTAGGIO	15	0	100
4. CALCIO	20	5	95
6. GINN. ARTISTICA	24	8.3	91.7
7. LOTTA	28	10.7	89.3
8. PALLANUOTO	30	3.3	96.7
9. NUOTO	65	6.1	93.9
10. PALLAVOLO	35	8.5	91.5
12. PENTATHLON	45	11.1	88.9
13. RUGBY	2	0	100
14. SCHERMA	210	11.4	88.6
15. TENNIS	152	7.8	92.2
16. TUFFI	16	25	75
17. TIRO A SEGNO	10	10	90
18. PATT. ARTISTICO	159	6.9	93.1
19. BASEBALL	47	14.8	85.2
20. PESCA SUBACQUEA	12	8.3	91.7
21. TIRO A VOLTO	43	2.3	97.7
22. KARATE	29	10.3	89.7
23. JUDO	24	8.3	91.7
24. CICLISMO	6	33.3	66.7
TOTALE	1073	9.0	91.0

Prima di testare direttamente l'ipotesi sull'origine strategica e' opportuno scomporre ulteriormente i dati relativi al campione. Se per i mancini si trattasse esclusivamente di un vantaggio di tipo strategico infatti, sarebbe probabile che anche soggetti destrimani utilizzassero l'arto sinistro nel tentativo di migliorare la loro performance mettendo in difficolta'

l'avversario. In realta', in questo studio, la valutazione della preferenza laterale dei soggetti e' fatta su attivita' che esulano completamente dalla pratica sportiva e quindi tale affermazione non e' direttamente verificabile.

La tabella 8 riporta le percentuali di mancinismo calcolate sulle singole attivita'. Anche se la valutazione su un singolo item e' poco attendibile, cio' che importa ora sottolineare e' che queste percentuali sono tutte piu' elevate di quelle analoghe riscontrate sul campione di controllo.

TABELLA 8 : PERCENTUALI DI RISPOSTE AI SINGOLI ITEMS E PERCENTUALI DI PREFERENZE SINISTRE (S), DESTRE (D) E INDIFFERENTI (=)

	% RISPOSTE	% PREFERENZE		
		S	=	D
1. SCRIVERE	99.5	5.9	2.6	91.5
2. DISEGNARE	99.7	7.2	2.1	90.7
3. LANCIARE	98.5	6.2	19.2	74.6
4. FORBICI	99.1	4.8	19.6	75.6
5. PETTINE	98.3	6.4	31.8	61.8
6. SPAZZOLINO	98.8	7.6	19.5	72.9
7. COLTELLO	98.6	8.3	15.2	76.5
8. CUCCHIAIO	99.5	7.8	15.9	76.3
9. MARTELLO	99.5	7.3	9.4	83.3
10. CACCIAVITE	99.3	6.5	15.9	77.6
11. RACCHETTA	97.3	7.7	4.6	87.7
12. COLTELLO (con forchetta)	97.7	14.1	15.2	70.7
13. MAZZA DA CRICKET (mano inferiore)	53.5	20.6	13.9	65.5
14. MAZZA DA GOLF (mano inferiore)	66.3	20.0	14.5	65.5
15. SCOPA (mano superiore)	96.8	25.5	32.0	42.5
16. RASTRELLO (mano superiore)	91.7	21.0	27.1	51.8
17. FIAMMIFERO	99.2	7.0	21.1	71.9
18. COPERCHIO	98.5	8.8	37.0	54.2
19. DARE LE CARTE	99.4	10.3	11.1	78.6
20. INFILARE UN AGO	98.9	9.1	11.5	79.4

Come si puo' osservare nella tabelle 9 anche le percentuali relative al piede sono significativamente maggiori nel gruppo di sportivi rispetto al gruppo di controllo, mentre per l'occhio tale differenza non compare.

TABELLA 9 : PERCENTUALI DI RISPOSTE SU PIEDE ED OCCHIO E PERCENTUALI DI PREFERENZE SINISTRE (S), DESTRE (D) E INDIFFERENTI (=) SU SPORTIVI E CONTROLLO

	% RISPOSTE	% PREFERENZE		
		S	=	D
SPORT				
PIEDE	97.9	13.0	18.6	68.4
OCCHIO	98.0	25.2	27.0	47.8
CONTROLLO				
PIEDE	96.5	9.5	22.5	68.
OCCHIO	95.2	23.9	30.9	45.2
CHI-SQUARE	SPORT/CONTROLLO PER IL PIEDE	11.95	DF=2	P<.01
CHI-SQUARE	SPORT/CONTROLLO PER L'OCCHIO	N. S.		

Per completezza nelle tabelle 10 e 11 sono riportate anche le percentuali ottenute per l'arto superiore e per l'arto inferiore nelle specifiche attivita' sportive.

TABELLA 10 : PERCENTUALI DI RISPOSTE PER L'ARTO SUPERIORE NELLA ATTIVITA' SPORTIVA E RELATIVE PERCENTUALI DI PREFERENZE SINISTRE (S), DESTRE (D) E INDIFFERENTI (=)

	% RISPOSTE	% PREFERENZE		
		S	=	D
TOTALE	87.1	9.4	10.2	80.4
1 LIV	80.4	11.7	19.7	68.6
2 LIV	85.0	8.6	4.9	86.5
3 LIV	94.8	9.7	6.6	83.7
4 LIV	88.1	7.9	12.0	80.1

CHI-SQUARE TRA I LIVELLI 36.045 DF=6 P<.001

TABELLA 11 : PERCENTUALI DI RISPOSTE PER L'ARTO INFERIORE NELLA ATTIVITA' SPORTIVA E RELATIVE PERCENTUALI DI PREFERENZE SINISTRE (S), DESTRE (D) E INDIFFERENTI (=)

	% RISPOSTE	% PREFERENZE		
		S	=	D
TOTALE	17.8	20.9	24.6	54.5

Qualora fosse vera l'ipotesi del vantaggio di natura strategica piuttosto che neurofunzionale, dovrebbero evidenziarsi differenze significative nelle percentuali di preferenze sinistre tra sport in cui vi e' un avversario diretto e sport

senza avversario. Nella tabella 12 sono riportate le percentuali ottenute negli sport raggruppati sulla base del criterio precedentemente illustrato. E' stato anche costituito un terzo raggruppamento nel quale sono inclusi atleti che praticano sport di squadra. Nessuno dei 3 gruppi e' significativamente diverso dagli altri e cio' e' vero anche quando si considerano solo i primi livelli di prestazione (Vedi tabella 13).

TABELLA 12: PERCENTUALI DI MANCINI E DESTRI MANI SU RAGGRUPPAMENTI DIVERSI

	LQ <= 0	LQ > 0
A. SPORT CON AVVERSARIO DIRETTO	9.9	90.1
B. SPORT SENZA AVVERSARIO DIRETTO	8.3	91.7
C. SPORT DI SQUADRA	7.9	92.1
CHI-SQUARE A VS B	N. S.	
CHI-SQUARE A VS C	N. S.	

TABELLA 13: PERCENTUALI DI MANCINI E DESTRI MANI NEL PRIMO LIVELLO SU RAGGRUPPAMENTI DIVERSI

	LQ <= 0	LQ > 0
A. SPORT CON AVVERSARIO DIRETTO	10.5	89.5
B. SPORT SENZA AVVERSARIO DIRETTO	11.9	88.1
CHI-SQUARE A VS B	N. S.	

I risultati fin qui riportati non sostengono quindi l'ipotesi che un vantaggio di tipo strategico sia la causa principale della sovrarappresentazione di mancini nello sport e confermano invece complessivamente l'ipotesi che siano presenti nei mancini vantaggi di tipo neurofunzionale. Tali vantaggi non escludono naturalmente la presenza di altri fattori interagenti la cui importanza risulta comunque ridotta.

A conferma della componente neurofunzionale nel vantaggio dei mancini, vi è l'interazione con uno dei fattori, la FS, indicato, per la preferenza manuale, come fattore particolarmente importante. Si può vedere nella tabella 14 che la differenza significativa tra sport e controllo può essere scomposta in gruppi FS+ e in gruppi FS-: solo tra i gruppi a FS+ la differenza è statisticamente significativa. Questa variabile (FS) interagisce inoltre con il livello di prestazione. Se si confrontano infatti le percentuali tra primo livello e confronto, si evidenzia una differenza significativa, ma anche in questo caso tale differenza è attribuibile solo al gruppo FS+. Come è stato messo in luce nella rassegna teorica, i soggetti a FS+ mostrano un pattern di lateralizzazione diverso che presuppone una rappresentazione bilaterale delle loro funzioni. Inoltre come dimostrato recentissimamente, i mancini sembrano mostrare un utilizzo maggiore della comunicazione interemisferica evidenziabile dalla maggior estensione del corpo calloso.

TABELLA 14 : PERCENTUALI DI MANCINI E DESTRIMANI IN RAPPORTO ALLA FAMILIARITA' POSITIVA E NEGATIVA

			LQ <= 0	LQ > 0	
SPORT					
TUTTI	FS+	287	16.	84.	
	FS-	786	5.2	94.8	
1 LIV	FS+	49	24.4	75.6	
	FS-	196	6.6	93.4	
CONTROLLO					
	FS+	329	11.	89.	
	FS-	1365	5.5	94.5	
CHI-SQUARE	SPORT/CONTROLLO PER FS+		= 3.88	DF=1	PC. 05
CHI-SQUARE	SPORT/CONTROLLO PER FS-		N. S.		
CHI-SQUARE	1 LIV / CONTROLLO		= 4.2	DF=1	PC. 05
CHI-SQUARE	1 LIV / CONTROLLO PER FS+		= 7.06	DF=1	PC. 01
CHI-SQUARE	1 LIV / CONTROLLO PER FS-		N. S.		

La distribuzione delle preferenze congruenti/incongruenti sia su mano/piede che su mano/occhio e' stata indicata come elemento importante per una "prognosi" favorevole in alcune discipline sportive. In questo studio quindi e' stato studiato anche questo aspetto.

Le tabelle 15 e 16 mostrano le distribuzioni per le relazioni mano/piede e mano/occhio relative agli sportivi e al controllo. La valutazione di tali distribuzioni e' stata

effettuata considerando solo i soggetti con una definita preferenza ($QL < -50$ e $QL > 50$).

TABELLA 15 : PREFERENZE CROCIATE E CONGRUENTI MANO-PIEDE

	% CROCIATE	% CONGRUENTI
SPORT	8.0	92.0
CONTROLLO	5.6	94.4
CHI-SQUARE = 3.849	DF=1	P<.05

TABELLA 16 : PREFERENZE CROCIATE E CONGRUENTI MANO-OCCHIO

	% CROCIATE	% CONGRUENTI
SPORT	26.1	73.9
CONTROLLO	27.0	73.0
CHI-SQUARE	N. S.	

La differenza significativa per quanto riguarda la relazione mano/piede, ma non per quanto riguarda la relazione mano/occhio, da una parte riconferma la piu' stretta correlazione tra arto superiore e arto inferiore, dall'altra, conferma ulteriormente l'ipotesi neurofunzionale: mano e piede infatti, sono prevalentemente sotto il controllo diretto dello stesso emisfero.

Come e' stato riferito nella rassegna teorica, la preferenza oculare e' un aspetto studiato poco e male e non e' percio' escluso che una valutazione piu' attenta permetta misurazioni piu' sensibili di questa preferenza. Un dato curioso riportato in letteratura e' quello che si riferisce al maggior numero di preferenze congruenti riscontrato negli atleti di alto livello. Nel nostro studio si sono evidenziati risultati esattamente opposti: un maggior numero di preferenze crociate e' presente nel primo livello di prestazione (vedi tabella 17). Non e' facile spiegare questo risultato, ma la diversa proiezione delle due emiretine e la loro diversa funzionalita' potrebbero esserne alla base.

TABELLA 17 : PREFERENZE CROCIATE E CONGRUENTI MANO-OCCHIO PER IL PRIMO LIVELLO VERSUS ALTRI

	N	% CROCIATE	% CONGRUENTI
1 LIV	148	35.8	64.2
ALTRI	464	23.0	77.0
CHI-SQUARE	= 9.446	DF=1	PC. 01

TABELLA 18 : PREFERENZE CROCIATE E CONGRUENTI MANO-MANO E MANO-PIEDE

	N	% CROCIATE	% CONGRUENTI
MANO-MANO	702	7.0	93.0
MANO-PIEDE	109	26.6	73.4

Infine le preferenze crociate sono state valutate in rapporto alle preferenze espresse per la mano nel gesto sportivo. Se la preferenza espressa sull'attività sportiva fosse completamente attendibile, non si dovrebbero riscontrare preferenze crociate in quanto la specifica attività misurerebbe da sola la preferenza laterale. In realtà il 7% degli atleti (Vedi tabella 18) presenta un pattern di lateralizzazione opposto. Alcuni atleti sono ritenuti o si ritengono destri o mancini per l'impiego dell'arto superiore nell'attività sportiva, ma vengono invece valutati sulla base del GL in modo opposto. Questo risultato, ancora una volta, non può essere attribuito al fattore strategico in quanto non sono riscontrabili differenze significative tra sport con avversario e sport senza (Vedi tabella 19). Ad ulteriore conferma di questo dato, va detto che nella scherma, disciplina su cui maggiormente si centra l'ipotesi del vantaggio strategico, solo l'1% delle preferenze sinistre e' incongruente.

TABELLA 19 : PREFERENZE CROCIATE E CONGRUENTI MAND-MANO PER SPORT
CON AVVERSARIO DIRETTO E SENZA

	N	% CROCIATE	% CONGRUENTI
CON	334	9.8	90.2
SENZA	239	5.8	94.2

CHI-SQUARE CON/SENZA N. S.

CONCLUSIONI

L'osservazione spesso riportata che ci sia un maggior numero di mancini in ambito sportivo, e soprattutto in attivita' quali la scherma e il tennis, viene parzialmente confermata in questa indagine sperimentale, dove tuttavia non compaiono quelle differenze tra sport con avversario e senza che un fattore di tipo strategico avrebbe voluto invece significative.

Tra gli atleti vi e' pertanto un numero di mancini significativamente maggiore che nel gruppo di controllo. Questa conclusione che, ricordiamo, e' frutto di una identica misurazione effettuata sui due campioni, e' avvalorata da una serie di risultati paralleli che escludono la possibilita' che si tratti di effetti artificiali.

Sia la gia' citata mancanza di differenze significative tra sport con e sport senza avversario, sia la maggior percentuale di preferenza sinistre nelle singole attivita', sia l'influenza di fattori quali eta' e FS, sia la presenza di differenze relative al piede ma non all'occhio, fanno ritenere che i fattori biologici indicati come base della preferenza manuale siano fondamentali nella comprensione delle supercapacita' dei mancini in questo o in altri ambiti di attivita'.

Questo tipo di indagine nulla toglie allo studio degli aspetti specifici, sia a livello sensoriale che motorio, delle

varie attività, studi che anzi vanno sollecitati. Essi tuttavia sono secondari rispetto ad indagini primarie che, come questa, hanno il compito di studiare gli stessi aspetti neurofunzionali in gruppi diversi di persone.

Questa ricerca rappresenta solo una piccola parte dell'obiettivo più ampio che la neuropsicologia si pone: lo studio delle funzioni cerebrali e delle loro relazioni con la preferenza manuale. Anche il desiderio di prevedere la performance di individui che si avvicinino allo sport o la possibilità di migliorarla, passa attraverso questi studi.

BIBLIOGRAFIA

-
- AMADUCCI, L., SORBI, S., ALBANESE, A., GAINOTTI, G. Choline-acetyltransferase activity differs in right and left human temporal lobes. *Neurology*, 1981, 31, 799-805.
- AMBAROV, E. O primenenii "zerkalnic" prizkov pri obucenii i trenirovke junich logkoatletov prigunov. In "Problemy junoseskogo sporta", Mosca, 1963.
- AMMONS, R. Le mouvement. In G. Seward e J. Seward (Eds), *Current Psychological Issues: Essay in honor of Woodworth*, N. Y.: Holt, 1958.
- ANNETT, M. The binomial distribution of right, mixed, and left-handedness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1967, 19, 327-333.
- ANNETT, M. The growth of manual asymmetry. *British Journal of Psychology*, 1970, 61, 545-558.
- ANNETT, M. The distribution of manual asymmetry. *British Journal of Psychology*, 1972, 63, 343-358.
- ANNETT, M. Handedness in the children of two left-handed parents. *British Journal of Psychology*, 1974, 65, 129-131.
- ANNETT, M. Genetic and non-genetic influences on handedness. *Behavior Genetics*, 1978a, 8, 227-249.
- ANNETT, M. A single gene explanation of right and left handedness and braininess. Coventry, England: Lanchester

Polytechnic, 1978b.

ATKINSON, J., EGETH, H. Right hemisphere superiority in visual orientation matching. *Canadian Journal of Psychology*, 1973, 27, 152-158.

AZEMAR, G. Sport et lateralite'. *Enciclopedie Universitaire*, Ed. Universitaires, Paris, 1970.

AZEMAR, G., RIPOLL, H. Etude des asymetries fonctionelles chez les sportifs de haut niveau. *Seminario di Neuropsicol.*, EHESS, Paris, Dic., 1981.

BEAUMONT, J. Handedness and hemisphere function. In S. Dimond, J. Beaumont (Eds), "Hemisphere function in human brain". N.Y.: Wiley, 1974.

BELMONT, L., BIRCH, H.G. Lateral dominance and right-left awarness in normal children. *Child Development*, 1963, 34, 257-270.

BOGEN, J.E. The other side of the brain. Dysgraphia and dyscopia following cerebral commissurotomy. *Bullettin of Los Angeles Neurological Society*, 1969, 34, 35-162.

BOGEN, J.E. Some educational aspects of hemispheric specialization. *UCLA Educator*, 1975, 17, 24-32.

BRADSHAW, J.L., GATES, A., PATTERSON, K. Hemispheric differences in processing visual pattern. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1976, 28, 667-681.

BRADSHAW, J.L., NETTLETON, N.C. The nature of hemispheric

- specialization in man. *The Behavioral and Brain Science*, 1981, 4, 51-91.
- BRADSHAW, J. L., NETTLETON, N. C. *Human cerebral asymmetry*. Prentice-Hall: New Jersey, 1983.
- BRACKENRIDGE, C. J. Secular variation in handedness over ninety years. *Neuropsychologia*, 1981, 19, 459-462.
- BRAY, C. W. Transfer of learning. *Journal of Experimental Psychology*, 1928, 11, 443-467.
- BRIGGS, G. C., NEBES, R. Pattern of hand preference in a student population. *Cortex*, 1975, 11, 230-238.
- BROWN, J., TOLSMA, B., KAMEN, G. Relationship between hand and eye dominance and direction of experienced gymnasts and non-athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 1983, 57, 470.
- BRYDEN, M. P. Response bias and hemispheric differences in dot localization. *Perception and Psychophysics*, 1976, 19, 23-28.
- BRYDEN, M. P. Measuring handedness with questionnaires. *Neuropsychologia*, 1977, 15, 617-624.
- BRYDEN, M. P., ALLARD, F. Shortcomings of the verbal-nonverbal dichotomy: seems to us we've heard this song before... *The behavioral and brain science*, 1981, 4, 65-66.
- BRYDEN, M. P. *Laterality: Functional asymmetry in the intact brain*. Academic Press: New York 1982.
- BUTLER, S. R., GLASS, A. Asymmetries in the CNV over left and

- right hemispheres while subjects await numeric information. *Biological Psychology*, 1974, 2, 1-16.
- BYRNE, B. Handedness and musical ability. *British Journal of Psychology*, 1974, 65, 278-281.
- CALABRESE, L. L'apprendimento motorio tra i 5 e i 10 anni. Armando Ed., Roma, 1974.
- CAPLAN, P. J., KINSBOURNE, M. Baby drops the rattle: asymmetry of duration of grasp by infants. *Child development*, 1976, 47, 532-534.
- CARMON, A., GOMBOS, G. M. A physiological vascular correlate of hand preference: possible implications with respect to hemispheric cerebral dominance. *Neuropsychologia*, 1970, 8, 119-128.
- CARMON, A., HARISHANU, Y., LOWINGER, E., LAVY, S. Asymmetries in hemispheric blood volume and cerebral dominance. *Behavioral Biology*, 1972, 7, 553-558.
- CARMON, A., GORDON, H. W., BENTAL, E., HARNESS, B. Z. Retraining in literal alexia: substitution of a right hemisphere perceptual strategy for impaired left hemisphere processing. *Bulletin of the L. A. Neurological Societies*, 1977, 42, 41-50.
- CHAYATTE, C., ABERN, S. B., REDDY, A. M., AND BOTTICHELLI, R. M. Left handed people. *Irish Medical Journal*, 1979, 72, 511.
- CHI, J. E., DOOLING, E. C., GILLES, F. H. Left-right asymmetries of the temporal speech areas of the human fetus. *Archives of*

Neurology, 1977, 34, 346-348.

CIONI, G., PELLEGRINETTI, G. Lateralization of sensory and motor functions in human neonates. *Perceptual and Motor Skills*, 1982, 54, 1151-1158.

COHEN, G. Hemispheric differences in serial versus parallel processing. *Journal of Experimental Psychology*, 1973, 97, 349-356.

COLLINS, R.L. On the inheritance of handedness: II. Selection for sinistrality in mice. *J. of Heredity*, 1969, 60, 117-119.

CONNOLLY, K., ELLIOT, J. The evolution and ontogeny of handfunction. In N. Blurton Jones (Ed) "Ethological studies of child behavior". London, N.Y.: Cambridge University Press, 1972.

COOK, T.W. Studies in cross education: kinaesthetic learning of an irregular pattern. *Journal of Experimental Psychology*, 1934, 17, 749-762.

COOPER, W.E. The analytic-holistic distinction applied to the speech of patients with hemispheric brain damage. *The Behavioral and Brain Sciences*, 1981, 4, 68-69.

CORBALLIS, M.C. *Human laterality*. Academic Press: New York, 1983.

CORBALLIS, M.C., BEALE I.L. *The psychology of left and right*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum, 1976.

COREN, S., PORAC, C. Fifty centuries of right-handedness: the historical record. *Science*, 1977, 198, 631-632.

- COREN, S., PORAC, C., DUNCAN, P. Lateral preference behavior in preschool children and young adults. *Child development*, 1981, 52, 443-450.
- CORYELL, J.F., CARDINALI, N. The asymmetrical tonic neck reflex in normal full-term infants. *Physical Therapy*, 1979, 59, 747-753.
- CORYELL, J.F., MICHEL, G.F. How supine postural preferences of infants can contribute toward development of handedness. *Infant behavior and development*, 1978, 1, 245-257.
- DAVIDOFF, J.B. Hemispheric sensitivity differences in the perception of colour. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1976, 28, 387-394.
- DAVIS, A.E., WADA, J.A. Hemispheric asymmetries of visual and auditory information processing. *Neuropsychologia*, 1977, 15, 799-806.
- DENNIS, W. Early graphic evidence of dextrality in man. *Perceptual and Motor Skills*, 1958, 8, 147-149.
- DIFRANCO, D., MUIR, D., DODWELL, P. Reaching in very young infants. *Perception*, 1978, 7, 385-392.
- DIMOND, S.J. Tactual and auditory vigilance in splitbrain man. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 1979a, 42, 70-74.
- DIMOND, S.J. Performance by splitbrain humans on lateralized vigilance tasks. *Cortex*, 1979b, 15, 43-50.

- ECCLES, J.C. The brain and the unity conscious experience. Cambridge University Press, London, 1965.
- ECCLES, J.C. The Understanding of the brain. Mc Graw Hill, N. Y., 1973.
- EIDELBERG, D., GALABURDA, A.M. Symmetry and asymmetry in the human posterior thalamus. A cytoarchitectonic analysis in normal persons. Arch. Neurol. 1982, 39, 325-332.
- EIDELBERG, D., GALABURDA, A.M. Inferior parietal lobule: divergent architectonic asymmetries in the human brain. Arch. Neurolog., in press.
- FALZI, G., PERRONE, P., VIGNOLO, L. A. Right-left asymmetry in the anterior speech region. Arch. Neurol., 1982, 39, 239-240.
- FLEMINGER, J. J., DALTON, R., STANDAGE, K. F. Age as factor in the handedness of adults. Neuropsychologia, 1977, 25, 471-473.
- FRIEDLANDER, W. J. Some aspects of eyedness. Cortex, 1971, 7, 357-371.
- GALABURDA, A. M., LEMAY, M., KEMPER, T. L., GESHWIND, N. Right-left asymmetries in the brain. Science, 1978, 199, 852-856.
- GALIN, D., ORNSTEIN, R. Lateral specialization of cognitive mode: an EEG study. Psychophysiology, 1972, 9, 412-418.
- GARDNER, J., LEWKOVITZ, D., TURKEWITZ, G. Development of postural asymmetry in premature human infants. Developmental Psychobiology, 1977, 10, 471-480.
- GAZZANIGA, M. S., BOGEN, J. E., SPERRY, R. W. Some functional

- effects of sectioning the cerebral commissures in man. Proceeding of the National Academy of sciences. 1962, 48, 1765-1768.
- GAZZANIGA, M. S. & SPERRY, R. W. Language after section of the cerebral commissures. Brain, 1967, 90, 131-148.
- GESCHWIND, N. The biology of cerebral dominance : implication for cognition. Cognition, 1984a, 17, 193-208.
- GESCHWIND, N. Historical introduction. In N. Geschwind & A. M. Galaburda (Eds.) Cerebral dominance: the biological foundation. Cambridge, MA, Harvard University Press, 1984b.
- GESCHWIND, N. and BEHAN, P. Left-handedness: association with immune disease, migraine, and developmental learning disorder. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1982, 79, 5097-5100.
- GESCHWIND, N. & BEHAN, P. Laterality, hormones and immunity. In N. Geschwind & A. M. Galaburda (Eds.) Cerebral dominance: the biological foundation. Cambridge, MA, Harvard University Press, 1984.
- GESCHWIND, N., LEVITSKY, W. Human brain: left-right asymmetries in temporal speech region. Science, 1968, 161, 186-187.
- GESELL, A. The tonic neck reflex in the human infant. Pediatrics, 1938, 13, 455-464.
- GESELL, A., AMES, L. B. The development of handedness. Journal of Genetic Psychology, 1947, 70, 155-175.
- GIESECKE, M. The genesis of hand preference. Monograph of the

- Society for research in Child Development, 1936, 1, 1-102.
- GINSBURG, H. J. Maternal holding preferences : a consequence of newborn head-turning response. Child Development, 1979, 50, 280-281.
- GOLDSTEIN, S., BRAUN, I. Reversal of expected transfer as a function of increasing age. Perceptual and Motor Skills, 1974, 38, 1139-1145.
- GOODAL, M. M. Left handedness as an educational handicap. In R. S. Laura (Ed), "Problems of handicap", Melbourne, Mcmillan, 1980.
- GORDON, H. W. Hemispheric asymmetries in the perception of musical chords. Cortex, 1970, 6, 387-398.
- GORDON, H. W. Hemispheric asymmetry and musical performance. Science, 1975, 189, 68-69.
- GUARALDI, G. P., RUGGERINI, C., BOLZANI, R., ANDRAZI, P., ZIRONI, G. Specializzazione emisferica a test linguistici e visuo-percettivi. Eta' evolutiva, 1983.
- GUIARD, Y. Sport: les avantages des gauchers. La Recherche, 1981, 124, 894-896.
- GUIARD, Y. prevalence laterale et specialisation hemispherique: le gauchers dans l'elite sportive. Psychologie francaise, 1982, 27, 285-297.
- HARDYCK, C., PETRINOVICH, L. F. & GOLDMAN, R. D. Left-handedness and cognitive deficit. Cortex, 1976, 12, 266-279.

- HARDYCK, C., PETRINOVICH, L. F. Left-handedness. *Psychological Bulletin*, 1977, 84, 385-402.
- HARRIS, L. J. Left handedness: hearly theorys, facts and fancies. In J. Herron (Ed), "Neuropsychology of left-handedness". N. Y., Academic Press, 1980.
- HARRIS, L. J., & CARR, T. H. Implications of differences between perceptual systems for the analysis of hemispheric specialization. *Behavioral and Brain Sciences*, 1981, 4, 71-72.
- HATTA, T., NAKATSUKA, Z. Note on hand preference of Japanese people. *Perceptual and Motor Skills*, 1976, 42, 530.
- HAWN, P., HARRIS, L. J. Hand asymmetries in grasp duration and reaching in two and five month-old human infants. Annual Meeting of the International Neuropsychology Society, N. Y., feb., 3, 1979.
- HAY, D. C. Asymmetries in face processing: evidence for a right hemisphere perceptual advantage. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1981, 33, 267-274.
- HECAEN, H., SAUGUET, J. Cerebral dominance in left-handed subjects. *Cortex*, 1971, 7, 19-48.
- HERRON, J. (ED.) *Neuropsychology of left-handedness*. Academic Press: London, 1980.
- HILDRETH, G. The development and training of hand dominance: I, II, III. *Journal of Genetic Psychology*, 1949, 75, 197-205.
- HINES, D. Visual information processing in the left and right

hemisphere. *Neuropsychologia*, 1978, 16, 593-600.

HINES, D., SATZ, P. Superiority of right visual-fields in right handers for recall of digits presented at varying rates. *Neuropsychologia*, 1974, 9, 21-25.

JACKSON, J.H. Defect of intellectual expression (aphasia) with left hemiplegia. *Lancet*, 1868, 1, 457.

JACKSON, J.H. On aphasia with left hemiplegia. *Lancet*, 1880, 1, 637-638.

JUAN DE MENDOZA, J.L., GROSSO, D. Specialisation hemispherique, perception et memoire de mots. *L'Annee Psychologique*, 1980, 80, 367-378.

KAUFMAN, A.S., ZALMA, R., KAUFMAN, N.L. The relationship of hand dominance to the motor co-ordination, mental ability and right-left awareness of young normal children. *Child Development*, 1978, 49, 885-888.

KERTSZ, A., GESCHWIND, N. Pattern of pyramidal decussation and their relationship to handedness. *Arch. Neurol.* 1971, 24, 326-332.

KIMURA, D. Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canadian Journal of Psychology*, 1961, 15, 166-171.

KIMURA, D. The asymmetry in the human brain. *Scientific American*, 1973, 228, 70-78.

KIMURA, D. Acquisition of a motor skill after left brain damage. *Brain*, 1977, 100, 527-542.

- KIMURA, D., ARCHIBALD, Y. Motor functions of the left hemisphere. *Brain*, 1974, 97, 337-350.
- KIMURA, D., DURNFORD, M. Normal studies on the function of the right hemisphere in vision. In M. Kinsbourne (Ed.) "Hemisphere function in human brain". N.Y.: Elek Science, 1974.
- KINSBOURNE, M. The cerebral basis of lateral asymmetries in attention. *Acta Psychologica*, 33, 193-201, 1970.
- KINSBOURNE, M. Eye and head turning indicate cerebral lateralization. *Science*, 1972, 176, 539-541.
- KLEIN, D., MOSCOVITCH, M., VIGNA, C. Attentional mechanisms and perceptual asymmetries in tachistoscopic recognition of words and faces. *Neuropsychologia*, 1976, 14, 55-66.
- KOLATA, G. Math genius may have hormonal basis. *Science*, 1983, 22, 1312.
- KONH, B., DENNIS, M. Selective impairment of visuo-spatial abilities in infantile hemiplegics after right cerebral hemidecortication. *Neuropsychologia*, 1974, 12, 505-512.
- KOPELL, H.P. Letter in *Scientific American*, 1971, 9, 224.
- KUTAS, M., DONCHIN, E. Studies in squeezing: handedness, responding hand, response force, and asymmetry of readiness potential. *Science*, 1974, 186, 545-548.
- LAKE, D.A., BRYDEN, M.P. Handedness and sex differences in hemispheric asymmetries. *Brain and language*, 1976, 3, 266-

282.

LAZLO, J., BAGULEY, R., BAIRSTOW, p. Bilateral transfer in tapping skill in the absence of peripheral information. *Journal of Motor Behavior*, 1970, 2, 261-271.

LE BOULCH, J. Psicomotricita' e apprendimenti scolari. Relazione presentata al Convegno "Psicomotricita'", Savona, ottobre, 1984.

LE DOUX, J.E., WILSON, D.H., GAZZANIGA, M.S. Manipulo-spatial aspects of cerebral lateralization: clues to the origin of lateralization. *Neuropsychologia*, 1977, 15, 743-750.

LE MAY, M. Morphological cerebral asymmetries of modern man, fossil man, and non-human primate. *Annals of the N.Y. Academy of Science*, 1976, 280, 349-366.

LE MAY, M. Asymmetries of the skull and handedness: phrenology revisited. *Journal of Neurological Sciences*, 1977, 32, 243-253.

LE MAY, M., CULEBRAS, A. Human brain-morphological differences in the hemispheres demonstrable by carotid arteriography. *New England Journal of Medicine*, 1972, 287, 168-170.

LIEDERMAN, J. Mechanisms underlying instability in the development of hand preference. In G. Young, S. J. Segalowitz, C. M. Corter, S. E. Trehub (Eds.) *Manual specialization and the developing brain*. New York: Academic Press, 1983.

LIEDERMAN, J., KINSBOURNE, M. The mechanism of neonatal rightward

- turning bias: a sensory or motor asymmetry? *Infant Behavior and Development*, 1980, 3, 223-238.
- LEVY, J. Possible basis for the evolution of lateral specialization in the human brain. *Nature*, 1969, 224, 614-615
- LEVY, J. Psychobiological implications of bilateral asymmetry. In S. J. Dimond, J. Beaumont (Eds.), *Hemisphere function in the human brain*. London: Elek Science, 1974, 212-283.
- LEVY, J. A review of evidence for a genetic component in the determination of handedness. *Behavior Genetics*, 1976, 6, 429-453.
- LEVY, J. A. Handwriting posture and cerebral organization : how are they related ? *Psychological Bulletin*, 1982, 91, 589-608.
- LEVY, J., GUR, R. C Individual differences in psychoneurological organization. in J. Herron (Ed.) "Neuropsychology of left-handedness". Academic Press : London, 1980.
- LEVY, J., NAGYLAKI, T. A model for the genetics of handedness. *Genetics*, 1972, 72, 117-128.
- LEY, R. G., BRYDEN, M. P. Hemispheric differences in processing emotion and faces. *Brain and Language*, 1979, 7, 127-138.
- LIEPPMAN, H. Die linke hemisphere und das handeln. *Munch. Med. Wehnschr*, 1905, 49, 2375-2378.
- LONGONI, A. M., SALMASO, D.. Preferenza laterale e disturbi dell'apprendimento. *Crescita*, 1984, 8, 23-28.

- LURYA, A. R. Traumatic aphasia: its syndromes psychopathology and treatment. Moskow: Academy of Medical Sciences, 1947.
- MANNO, R., MERNI, F. Valutazione delle capacita' motorie. 3 Rapporto, Allegato n 5, Sport Giovane, 3, 1984.
- MCCARTHY, D. Manual for the Mccarthy Scale of children's abilities. N.Y.: Psychological Corp, 1972.
- MCGLONE, J. Sex differences in human brain asymmetry: a critical survey. Behavioral and Brain Science, 1980, 3, 215-263.
- MCGLONE, J., DAVIDSON, Z. The relation between cerebral speech laterality and spatial ability with special reference to sex and hand preference. Neuropsychologia, 1973, 11, 105-113.
- MCKEEVER, W. F., VAN DEVENTER, A. D. Visual and auditory language processing asymmetries: influences of handedness, familial sinistrality and sex. Cortex, 1977, 13, 225-241.
- MCDONNELL, P. M. Pattern of eye hand coordination in the first year of life. Canadian Journal of Psychology, 1979, 33, 253-267.
- MCRAE, D. L., BRANCH, C. L., MILNER, B. The occipital horns and cerebral dominance. Neurology, 1968, 18, 95-98.
- MECACCI, L. Identikit del cervello. Laterza, Bari, 1984.
- MELEKIAN, B. Lateralization in human newborns at birth: asymmetry of the stepping reflex. Neuropsychologia, 1981, 19, 707-711.
- MERNI, F., CARBONARO, G., MANNO, R., MADELLA, A., MUSSINO, A.

Lateral preferences and motor skills in young subjects practicing different sports. Atti del convegno "Child and sport", Urbino, 8-12 ottobre, 1984.

MICHEL, G.F. Right-handedness: a consequences of infant supine haed-orientation preference ? Science, 1981, 212, 685-687.

MILNER, B. Visual recognition and recall after right temporal lobe excision in man. Neuropsychologia, 1968, 6, 191-209.

MILNER, B. Psychological aspects of local epilepsy and its neurosurgical management. In D.P. Purpura et al. (Eds), "Advances in Neurology", (vol.8), N.Y.: Raven, 1975.

MILNER, B., TAYLOR, B., SPERRY, R.W. Lateralized suppression of dichotically presented digits after commissural section in man. Science, 1968, 161, 184-186.

MILLS, L., ROLLMAN, G.B. Hemispheric asymmetries for auditory perception of temporal order. Neuropsychologia, 1980, 18, 41-47.

MITCHELL, G.A.G., MAYOR, D. The essential of neuroanatomy. Churchill Livingstone, N.Y., 1977.

MOSCOVITCH, M. On the representation of language in the right hemisphere of right handed people. Brain and Language, 1976, 3, 47-61.

MOSCOVITCH, M. Information processing and cerebral hemispheres. In M.S. Gazzaniga (Ed) "The Handbook of Behavioral Neurobiology". Vol.2. Neuropsychology. N.Y.: Plenum Press,

1979.

- MOSCOVITCH, M. Right hemisphere language. *Topics in Language Disorders*, 1981, 1, 41-61.
- MOSS, F. A. *Application of psychology*. Boston: Houghton, 1929.
- NAGYLAKI, T., LEVY, J. The sound of one paw clapping is not sound. *Behavioral Genetics*, 1973, 3, 279-292.
- NEBES, R. D. Direct examination of cognitive function in the right and left hemispheres. In "Asymmetrical function of the brain", Ed. M. Kinsbourne, Cambridge University Press, 1978.
- NEWCOMBE, F., RATCLIFF, G. Handedness, speech lateralization and ability. *Neuropsychologia*, 1973, 11, 399-407.
- NEWMAN, H. H. *The biology of twins*. Chicago, University Press, 1917.
- NEWMAN, H. H. *Multiple human births*, N. Y., Doubleday, Doran and Co., 1940.
- OLDFIELD, R. C. Handedness in musicians. *British Journal of Psychology*, 1969, 60, 91-99.
- OLDFIELD, R. C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, 1971, 9, 97-113.
- ORNSTEIN, R. E. *The psychology of consciousness*. Harcourt Brace Jovanovich, Inc.: New York, 1977.
- PATTERSON, K., BRADSHAW, J. L. Differential hemispheric mediation of non-verbal visual stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and Performance*. 1975, 1, 246-

252.

- PENNAL, B.E. Human cerebral asymmetrie in color discrimination. *Neuropsychologia*, 1977, 15, 563-568.
- PETERSON, G.M. Mechanism of handedness in the rat. *Comparative Psychology Monographs*, 1934, 9, 46.
- PETERSON, J.L. Left handedness: differences between student, artists and scientist. *Perceptual and Motor Skills*, 1979, 48, 961-962.
- PETRIE, B.F., PETERS, M. Handedness: the left/right differences in intensity of grasp response and duration of hold infants. *Infant behavior and development*, 1980, 3, 215-221.
- PORAC, C., COREN, S. The dominant eye. *Psychological Bulletin*, 1976, 83, 880-897.
- PORAC, C., COREN, S. Lateral preferences and human behavior. Springer-Verlag: New York, 1981.
- RAMSAY, D.S. Manual preference for tapping in infants. *Developmental Psychology*, 1979, 15, 437-442.
- RASMUSSEN, T., MILNER, B. The role of early left-brain injury in determining lateralization of cerebral speech functions. *Annals of the N.Y. Academy of Science*, 1977, 299, 355-369.
- RATCLIFF, G., DILA, C., TAYLOR, L., MILNER, B. The morphological asymmetry of the hemispheres and cerebral dominance for speech: a possible relation. *Brain and Language*, 1980, 11, 87-98.

RIFE, D.C. Handprints and handedness. *American Journal of Human Genetics*, 1955, 7, 170-179.

RIZZOLATTI, C., BUCHTEL, H.H. Hemispheric superiority in reaction time to faces: a sex difference. *Cortex*, 1977, 13, 300-305.

ROBERTS, J., ENGLE, A. Family background, early development and intelligence of children 6-11 years. DHEW Publication (HRA), 75-1624. Washington, D.C.: Government Printing Office, 1974.

ROSSI, G.F., ROSADINI, G. Experimental analysis of cerebral dominance in man. In C.H. Millikan, F.L. Darley (Eds), "Brain mechanisms underlying speech and language". N.Y.: Grune and Stratton, 1967.

ROSSI, B., ZANI, A. Differences in hemispheric functional asymmetry in athletes and non-athletes: evidence from a unilateral tactile matching task. *Perceptual and Motor Skills*, in press, 1985.

ROUDINESCO, M., THISS, J. L'enfant gaucher. *Enfance*, 1948, 1-2.

RUBENS, A.B., MAHDWALD, M.W., HUTTON, G.T. Asymmetry of the lateral (sylvian) fissures in man. *Neurology*, 1976, 26, 620-624.

SALK, L. The role of the heartbeat in the relation between mother and infant. *Scientific American*, 1973, 224-229.

SALMASO, D. Hemispheric differences on a novel task requiring attention. *Perceptual and Motor Skills*, 1980, 51, 383-391.

- SALMASO, D. Preferenza manuale ed aspetti ergonomici. In Ergonomia, Innovazione tecnologica e sviluppo. A cura della S. I. E. Torino, CELID, 1985.
- SALMASO, D. Deficit o supercapacita'. Il Mattino, 18 set. 1985.
- SALMASO, D., LONGONI, A.M. Hand preference in an Italian sample. Perceptual and Motor Skills, 1983, 57, 1039-1042.
- SALMASO, D., LONGONI, A.M. Problems in the assessment of hand preference. CORTEX, XXI, 1985.
- SALMASO, D., MECACCI, L. Frequenze spaziali e loro effetti sulla latenza di risposte e sul campo visivo di presentazione. Giornale Italiano di Psicologia, 1985, XII, 259-268.
- SALMASO, D., VIOLA, G, LUCIOLI, R. Differenze quantitative e qualitative tra giovani ed anziani nella velocita' di risposta. Rivista Italiana di Psicogeriatrica, 1985, in press.
- SATZ, P. Incidence of aphasia in left-handers: a test of some hypothetical models of cerebral speech organization. In J. Herron (Ed.) Neuropsychology of left-handedness. Academic Press: London, 1980.
- SEALERMAN, A. A review of right hemisphere linguistic capabilities. Psychological Bulletin, 1977, 84, 503-528.
- SEARLEMAN, A. A. Subject variables and cerebral organization for language. Cortex, 1980, 16, 239-254.

- SEARLEMAN, A., TWEEDY, J., SPRINGER, S.P. Interrelationship among subject variables believed to predict cerebral organization. *Brain and Language*, 1979, 7, 267-276.
- SEGALOVITZ, S.J., BRYDEN, M.P. Individual differences in hemispheric representation of language. In Segalovitz, S.J. (Ed), *Language functions and brain organization*. Academic Press, N.Y., 1983.
- SEMMESE, J. Hemispheric specialization : a possible clue to mechanism. *Neuropsychologia*, 1968, 6, 11-26.
- SERGENT, J. Theoretical and methodological consequences of variations in exposure duration in visual laterality studies. *Perception and Psychophysics*, 1982, 31, 451-461.
- SETH, G. Eye-hand co-ordination and handedness: a developmental study of visuo-motor behaviour in infancy. *British Journal of Psychology*, 1973, 43, 35-49.
- SHETTEL_NEUBER, J., O'REILLY, J. Handedness and career choice: another look at supposed left-right differences. *Perceptual and Motor Skills*, 1983, 57, 381-397.
- SHIMIZU, A., ENDO, M. Handedness and familial sinistrality in a Japanese student population. *Cortex*, 1983, 19, 265-272.
- SILVA, D.A., SATZ, P. Pathological left-handedness: evaluation of a model. *Brain and Language*, 1979, 7, 8-16.
- SILVERBERG, R., OBLER, L.K., GORDON, H.W. Handedness in Israel. *Neuropsychologia*, 1979, 17, 83-87.

- SINGER, R. Motor learning and human performance. N.Y. Mc Millan, 1968.
- SPARKS, R., GESCHWIND, N. Dichotic listening in man after section of neocortical commissures. *Cortex*, 1968, 4, 3-16.
- SPRINGER, S.P., DEUTSCH, G. Left brain, right brain. San Francisco: W.H. Freeman, 1981.
- STAROSTA, W. La simmetrizzazione del movimento : un metodo per lo sviluppo della coordinazione motoria nei bambini. Atti del Convegno "Child and sport", Urbino, 8-12 ottobre, 1984.
- STRAUSS, E., WADA, J. Lateral preferences and cerebral speech dominance. *Cortex*, 1983, 19, 165-177
- SUBIRANA, A. Handedness and cerebral dominance. in P.J. Vinken and G.W. Bruyn (Eds.) "Handbook of Clinical Neurology". Vol IV. North Holland: Amsterdam, 1969.
- SUBIRANA, A., CROMINAS, J., OLLER-DAURELLA, L, MASO-SUBIRANA, E., HERNANDEZ, A. Donnes EEG apportees par l'influence de la maturation sur la dominance hemispherique. C.R. 17ieme Congr. Ass. Pediat. Langue Franc. 1959, 145-150.
- SUMMERS, J. I., SHARP, C.A. Bilateral effects of concurrent verbal and spatial rehearsal on complex motor sequencing. *Neuropsychologia*, 1979, 17, 331-343.
- TAN, L.E. Laterality and motor skills in four-year olds. *Child development*, 1985, 56, 119-124.
- TEODORESCU, G. L'ambidestrisimo ed alcuni aspetti metodologici per

il suo insegnamento. Relazione SDS, aprile 1983.

TEYLER, T.J. An introduction to the Neuroscience. In M.C. Wittrock (Ed), "The human brain". Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1977.

TRANSELL, A. Aspects of genetics in psychology. American Journal of Human Genetics, 1955, 7, 264-276.

TSUJI, K., IDE, Y. Development of bilateral transfer of skills in the mirror tracing. Japanese Psyc. Research, 1974, 16, 171-178.

UMILTA', C.A., SALMASO, D., BAGNARA, S., SIMION, F. Evidence for a right hemisphere superiority and for a serial search strategy in a dot detection task. Cortex, 1979, 15, 597-608.

VAIER, P. Educazione psicomotoria nell'eta' scolastica. Armando Ed. 1974.

VANDEN_ABEELE, J. Comments on the functional asymmetries of the lower extremities. Cortex, 1980, 16, 325-329.

WADA, J. A new method for determination of the side of cerebral speech dominance. A preliminary report on the intracarotid injection of sodium amytal in man. Medical Biology, 1949, 14, 221-22.

WADA, J.A. Interhemispheric sharing and shift of cerebral speech function. Excerpta Medica International Congress Service, 1969, 193, 296-297.

- WADA, J. A., CLARK, R., HAMM, A. Cerebral hemispheric asymmetry in humans. *Archives of Neurology*, 1975, 32, 239-246.
- WALLON, H. Importance du mouvement dans le développement psychologique de l'enfant. *Enfance*, 1956, 2.
- WALKER, S. F. Lateralization of functions in the vertebrate brain: a review. *British Journal of Psychology*, 1980, 71, 329-367.
- WEIG, E. Bilateral transfer on the motor learning of young children and adults. *Child Development*, 1932, 3, 247-267.
- WHITE, J. Hemispheric asymmetries in tachistoscopic information processing. *British Journal of Psychology*, 1972, 63, 497-508.
- WITELSON, S. F. The brain connection: the Corpus Callosum is larger in left-handers. *Science*, 1985, 229, 665-668.
- WITELSON, S. F., PALLIE, W. Left hemisphere specialization for language in new born: neuroanatomical evidence of asymmetry. *Brain*, 1973, 96, 641-646.
- YAKOVLEV, P. I. A proposed definition of the limbic system. In C. H. Heckman (Ed), "Limbic system mechanisms and autonomic function". Springfield, III: Thomas, 1972.
- YAKOVLEV, P. I., RAKIC, P. Pattern of decussation of bulbar pyramids and distribution of pyramidal tracts on two sides of the spinal cord. *Transaction of the American*

Neurological Association, 1966, 91, 366-367.

ZAIDEL, E. Auditory vocabulary of the right hemisphere following brain bisection or hemidecortication. *Cortex*, 1976, 12, 191-211.

ZAIDEL, E. Lexical organization in the right hemisphere. In "Cerebrales correlates of conscious experience". P.A. Buser, A. Rougel-Buser (Eds), Amsterdam: Elsevier, North Holland, 1978.

ZURIF, E.B. & BRYDEN, M.P. Familial handedness and left-right differences in auditory and visual perception. *Neuropsychologia*, 1969, 7, 172-187.

11-12-85