

La fisiologia e la patologia del sistema nervoso superiore

Ivan Petrovic Pavlov

Cari compagni,

parlando qui, fra medici, devo soffermarmi in modo particolare su quegli aspetti delle nostre ricerche che hanno una relazione diretta con la medicina. Però, prima di passare ai problemi che vi interessano direttamente, è necessario che mi soffermi a lungo su questioni di pura fisiologia, perché occorrerà ricordare dei fatti che non sono ancora penetrati nei testi di studio.

Voi sapete che io e miei collaboratori ci occupiamo dello studio del comportamento degli animali superiori. In che cosa consiste il comportamento dell'uomo o dell'animale?

Il comportamento dell'uomo o dell'animale consiste nei più fini rapporti dell'organismo con l'ambiente circostante, inteso, naturalmente, nel senso più ampio della parola. Sino alla fine del secolo scorso questi finissimi rapporti reciproci fra l'organismo e l'ambiente che lo circonda erano chiamati "attività psichica" dell'organismo e non furono mai analizzati dal punto di vista fisiologico. Oggi, in base a studi da me condotti ormai da quasi trent'anni, insieme ai miei numerosi collaboratori, posso con pieno diritto affermare che l'attività esteriore di un animale superiore, come il cane, come pure la sua attività interiore, può essere studiata con pieno successo da un punto di vista puramente fisiologico, e cioè coi metodi e i termini della fisiologia del sistema nervoso.

Voi che siete medici sapete perfettamente che l'attività del sistema nervoso è rivolta ad unificare ed integrare il lavoro di tutte le parti dell'organismo, da una parte, e a collegare l'organismo con l'ambiente esterno, dall'altra.

L'attività rivolta verso il mondo interno dell'organismo si potrebbe chiamare attività nervosa inferiore, in contrapposizione all'altra che realizza i più fini rapporti dell'organismo col mondo esterno e può quindi giustamente essere chiamata attività nervosa superiore. In questo modo i due termini, comportamento e attività nervosa superiore, coincidono, avendo lo stesso significato.

Il comportamento, inteso come attività nervosa superiore, può oggi venir sottoposto ad una analisi scientifica puramente fisiologica, il risultato della quale vi esporrò in breve.

In che cosa consiste l'attività nervosa superiore? Voi sapete che la forma basilare dell'attività del sistema nervoso in genere porta il nome di riflesso. Col concetto di riflesso si designa un legame, conforme a determinate leggi, che si stabilisce per mezzo degli apparati nervosi ricettori, delle fibre nervose, delle cellule nervose e delle terminazioni nervose, fra un qualsiasi agente del mondo esterno o interno e questa o quella attività dell'organismo.

Questi riflessi gradualmente si complicano andando dal basso verso l'alto, dai settori inferiori del midollo spinale ai settori superiori del sistema nervoso centrale e raggiungono la massima complessità nei grandi emisferi.

La più importante manifestazione esterna dell'attività dell'animale è il movimento, risultato dell'attività del suo sistema scheletrico muscolare, con una certa partecipazione di alcune secrezioni. Mediante semplici esperimenti fisiologici noi possiamo stabilire il crescendo di complessità dei movimenti riflessi scheletrico-muscolari via via che ci avviciniamo ai settori superiori del sistema nervoso centrale.

Se prendete un settore isolato del midollo spinale, ne otterrete un piccolo numero di attività riflesse. Nel caso dell'attività scheletrico-muscolare, si tratterà dell'attività di singoli muscoli o di piccoli gruppi di muscoli. Se il vostro taglio passerà immediatamente sotto i talami, in modo che la parte superiore asportata sia composta dai grandi emisferi e dai talami, l'animale manifesterà un'attività fisiologica molto complessa, che si esplicherà nella forma degli atti propri della stazione eretta e della deambulazione, che esigono un'alta integrazione delle singole attività scheletricomuscolari.

Praticando il taglio ancor più in alto, asportando solamente i grandi emisferi e lasciando tutto il resto a disposizione dell'organismo, otterrete i riflessi più complicati, destinati alla esecuzione dei movimenti specifici necessari al mantenimento dell'integrità dell'organismo e alla conservazione della specie. Un cane trattato in questo modo dispone di un ottimo funzionamento delle attività interne e, grazie a ciò, può rimanere sano e presumibilmente vivere, quanto un animale completamente normale. Il cane cercherà il cibo, si difenderà da tutte le influenze nocive, non sopporterà limitazioni dei movimenti e potrete facilmente osservare in lui il riflesso di orientamento.

Questi atti complicati sono da noi definiti riflessi incondizionati estremamente complessi. Il loro tratto specifico è il carattere nettamente stereotipato della loro azione, provocata da pochi e determinati stimoli interni ed esterni.

Tuttavia, un cane senza i grandi emisferi, nonostante la integrale conservazione di tutti gli apparati e funzioni necessari al mantenimento della vita e alla continuazione della specie, non può vivere da solo: bisognerà che voi io aiutate continuamente, altrimenti perirà.

Questo cane, benché senta la necessità del cibo, non sarà in grado di trovarlo, non saprà inoltre evitare in modo giusto tutti i pericoli; il conservato riflesso sessuale non potrà essere soddisfatto per l'incapacità di trovare l'altro sesso, ecc.

Il substrato anatomico di queste attività che si sono conservate nel nostro cane è costituito dai gangli più vicini ai grandi emisferi, cioè dai nuclei della base. Se, facendo l'operazione, lasciate al loro posto queste formazioni anatomiche,

conservate, in tal caso, i riflessi incondizionati specifici, che sono il fondamento della attività nervosa superiore dell'animale.

Questo fondamento, tuttavia, restando isolato e privo di un'ulteriore sovrastruttura, si dimostra insufficiente alla conservazione dell'individuo e della specie. È necessario aggiungere un altro organo, i grandi emisferi, che danno all'animale la possibilità di orientarsi nel mondo che lo circonda.

Solamente i grandi emisferi permettono all'animale di sfruttare tutte le sue possibilità: trovare il cibo, trovare l'altro sesso, difendersi in modo giusto da condizioni nocive e così via.

Ci si impone, pertanto, di comprendere fisiologicamente la funzione dei grandi emisferi del cervello, il significato di ciò che essi aggiungono a questi fondamentali, immancabili riflessi incondizionati. Per non divagare, concentreremo la nostra attenzione su di un riflesso molto importante e nello stesso tempo molto comune: il riflesso alimentare.

Confrontate il comportamento di due cani: uno privato dei grandi emisferi, e l'altro assolutamente normale. Il primo animale, appena esaurite le riserve nutritive, si desta e comincia a girovagare cercando il cibo, ma non lo trova. Il comportamento di un animale normale ci è noto: esso trova facilmente il cibo e soddisfa la propria fame.

Da che cosa dipende tutto ciò? Dipende dal fatto che, oltre allo stimolo interno, che costringe il cane privato dei grandi emisferi a girovagare per cercare il cibo, per un cane normale i singoli stimoli del mondo esterno rappresentano dei segnali che lo spingono con sicurezza in direzione del cibo.

In questo caso i segnali sono la vista e l'odore del cibo. Il cane impara, fin dai primi giorni della sua vita, a trovare il cibo per mezzo della vista e dell'odorato; se al cane, mentre mangia, non si facesse mai vedere e sentire l'odore del cibo, egli non sarebbe in grado di trovare quest'ultimo per mezzo dell'odorato e della vista. Che realmente sia così, si può dimostrare in un modo molto semplice. Il dottor Tsitovic ha allevato nel laboratorio del professor Vartanov dei cuccioli fino ai 7-8 mesi esclusivamente con latte e senza dare loro del pane; ed infatti la vista e l'odore del pane non producevano su loro alcun effetto. Come vedete, dunque, occorre imparare a trovare il pane. Che cosa significa ciò?

Prendiamo un qualsiasi suono che non abbia nessun rapporto con i pasti. Se attuo il seguente esperimento: prima produco un suono dal tono determinato e poi do al cane da mangiare, e ripeto questa operazione parecchie volte, quel tono, in tal caso, diverrà uno stimolo della reazione alimentare, provocherà la secrezione della saliva ecc. Nello stesso modo tutta una serie di molteplici stimoli del mondo esterno può venir collegata con la reazione alimentare, e il cane avrà la possibilità di cercare e di trovare il cibo in base a uno degli stimoli visivi, uditivi olfattivi o d'altro genere. Estendete questo a tutte le attività incondizionate specifiche e vi sarà chiaro che tutti i riflessi incondizionati, senza eccezione, possono dirigere l'animale verso svariati fini fisiologici nell'ambiente che lo circonda, perché quest'ambiente segnala all'animale questi fini (cioè gli stimoli) in mille modi. Fino a che punto il cane scambi i segnali dei fini con i fini stessi ai quali è rivolta l'attività incondizionata dell'animale, si vede dal suo comportamento durante l'azione dello stimolo artificiale, del segnale.

Se questo segnale sarà una lampadina accesa ad intermittenza, e che si trovi vicino al cane, l'animale la leccerà come se fosse il cibo. È ancora più divertente se come segnale si adoperi un suono.

Sembra che il cane cerchi di prendere questo suono al volo per mangiarlo; ecco fino a che punto gli stimoli artificiali si sostituiscono al cibo!

Quanto vi ho esposto sinora è senza alcun dubbio una determinata attività nervosa che si compie quando nell'animale sono presenti i grandi emisferi.

Il carattere riflesso di questa attività segnaletica dei grandi emisferi è evidente: lo stimolo esterno, eccitando un punto determinato del sistema nervoso, conduce alla reazione alimentare.

Vedete dunque che un riflesso incondizionato, il quale fino a un certo punto è cieco, diventa per così dire, "veggente" grazie all'ausilio dei segnali costituiti da una serie di stimoli esterni, che prima non avevano alcuna relazione con esso. In questo modo abbiamo visto attuarsi il fenomeno della sintesi nervosa, la funzione collegatrice dei grandi emisferi cerebrali i quali dirigono, in modo molto complesso, le funzioni di tutto l'organismo.

Ed è importante osservare che questi infiniti agenti esterni, a volte combinati e a volte isolati, non sono stimoli permanenti, ma temporanei dei nuclei sottocorticali, cioè agiscono solamente quando segnalano in modo giusto condizioni fondamentali e necessarie per d'animale, le quali costituiscono gli stimoli incondizionati dei riflessi specifici più complessi.

Da questa descrizione vi deve apparire evidente il carattere riflesso della attività dei grandi emisferi: lo stimolo artificiale si collega o con uno, o con l'altro riflesso incondizionato. È naturale chiamare questi stimoli artificiali "stimoli condizionati", ed i riflessi formati di recente "riflessi condizionati", perchè si creano solo in condizioni di ripetuta coincidenza dello stimolo artificiale col riflesso incondizionato. L'eccitamento prodotto da uno stimolo condizionato proviene indubbiamente dai grandi emisferi e ciò è dimostrato dal fatto che questo non avviene negli animali dopo l'asportazione dei grandi emisferi.

Che cosa si può dire a proposito di questo fatto? Poiché un simile legame temporaneo si può formare, nelle stesse condizioni, con qualsiasi centro speciale dei più vicini nuclei sotto-corticali, bisogna considerare come un fenomeno generale del settore superiore del sistema nervoso-centrale il fatto che qualsiasi centro fortemente eccitato fa, in qualche modo, convergere verso se stesso qualsiasi altro eccitamento più debole che interviene contemporaneamente in questo sistema. Di conseguenza, il punto di applicazione di questo stimolo e il centro si collegano fra loro in maniera più o meno stabile, per un tempo determinato in condizioni determinate (legge del contatto nervoso, associazione).

Il particolare più importante di questo processo è che, per la creazione di questo collegamento, è necessario che lo

stimolo forte sia preceduto di qualche tempo da quello debole. Se aggiungete uno stimolo indifferente durante il pasto del cane, non otterrete da lui nessun riflesso condizionato evidente e stabile.

Poiché nel riflesso condizionato l'eccitazione primaria è l'eccitazione delle cellule della corteccia dei grandi emisferi, il riflesso condizionato può servire da ottimo oggetto di studio sia delle qualità delle singole cellule corticali sia dei processi che si compiono in tutta la massa delle cellule della corteccia. Questo studio ci ha già fatto conoscere una grande quantità di leggi dell'attività dei grandi emisferi, una delle quali, la "legge del contatto nervoso", vi ho esposto or ora.

Se, restando sempre nel campo dei riflessi condizionati alimentari, partiamo costantemente da una determinata condizione di eccitabilità alimentare, (agendo, ad esempio, 18-22 ore dopo il pasto normale e quantitativamente sufficiente) emerge chiaramente il fatto della forte dipendenza dell'effetto dello stimolo condizionato dalla intensità fisica di quest'ultimo. Quanto più forte è lo stimolo condizionato, tanta più energia arriva con esso ai grandi emisferi, tanto più, a parità di tutte le altre condizioni, è forte l'effetto riflesso condizionato, cioè tanto più forte sarà la reazione alimentare motoria e tanto più abbondante la secrezione salivare, della quale noi ci serviamo, costantemente, per misurare l'effetto. Come si può giudicare da alcuni esperimenti, questo rapporto fra l'effetto e l'intensità dello stimolo, deve essere abbastanza preciso (legge del rapporto fra entità dell'effetto e intensità dello stimolo). Vi è però sempre un limite oltre il quale uno stimolo più forte non provoca un aumento, ma comincia a provocare una diminuzione dell'effetto.

In modo altrettanto palese si manifesta il fenomeno della sommazione dei riflessi condizionati, sebbene anch'esso presenti il medesimo limite. Combinando degli stimoli condizionati deboli si può spesso vedere la loro precisa somma aritmetica.

Combinando uno stimolo debole con uno forte si verifica solo un lieve aumento dell'effetto fino ad un certo valore limite. Invece, combinando due stimoli forti, l'effetto diventa minore di quello di ognuno dei singoli componenti, perché oltrepassa il limite (la legge della sommazione degli stimoli condizionati).

Oltre al processo di eccitazione, lo stesso stimolo condizionato esterno può produrre nelle cellule corticali il processo contrario: l'inibizione.

Se ripetete più volte lo stimolo condizionato che risveglia nel cane la reazione alimentare senza accompagnarlo però col cibo, o se prolungate la sua azione per alcuni minuti, lo stimolo comincerà sotto i vostri occhi a perdere gradualmente il suo effetto.

Così, lo stimolo positivo si trasforma, per così dire, in stimolo indifferente. In realtà, però, lo stimolo non è indifferente per ciò che riguarda l'attività dei grandi emisferi: esso provoca uno stato attivo della corteccia, ma inibitorio, differente dallo stato eccitatorio, e di questo potrete facilmente convincervi.

Sperimentate l'azione di un altro stimolo condizionato subito dopo quello inibitorio e voi noterete la mancanza di un effetto positivo: è necessario un certo periodo di tempo perché lo stato di inibizione, provocato da uno stimolo inibitorio, scompaia dai grandi emisferi.

Da questa proprietà delle cellule derivano conseguenze estremamente importanti per la funzione fisiologica della corteccia. Grazie a questa proprietà, si stabilisce un rapporto d'azione fra lo stimolo condizionato ed il suo corrispondente stimolo incondizionato, e in questo rapporto di azione il primo stimolo serve da segnale del secondo. Ma appena lo stimolo condizionato non è più accompagnato da quello incondizionato, cioè la segnalazione diventa inesatta, esso perde la sua azione eccitatrice, ma temporaneamente, giacché si ristabilisce da sé dopo qualche tempo. Ciò avviene anche in altri casi, quando lo stimolo condizionato non è accompagnato, per una circostanza costante e ben determinata, dallo stimolo incondizionato, oppure è accompagnato da esso solo qualche tempo dopo l'inizio della sua azione; nel primo caso, lo stimolo condizionato risulta costantemente inibitorio e, nel secondo caso, esso risulta inibitorio solo per il periodo di tempo che lo distanzia dalla associazione con lo stimolo incondizionato. In questo modo, grazie al sorgere della inibizione, lo stimolo condizionato quale stimolo segnale si adegua alle dettagliate condizioni della sua funzione fisiologica, evitando la produzione di lavoro inutile. In base allo sviluppo di questa inibizione si svolge nella corteccia l'importante processo della più fine analisi degli stimoli esterni. Ogni stimolo condizionato ha inizialmente un carattere generalizzato: l'eccitamento si diffonde sulla corteccia dei grandi emisferi. E se noi abbiamo creato uno stimolo condizionato di un tono ben determinato anche molti altri toni vicini a questo produrranno lo stesso effetto pur senza alcun lavoro che per tutti gli altri stimoli condizionati.

Supponiamo di attuare uno stimolo condizionato con la stimolazione meccanica della pelle. Appena stimolate la pelle del cane con un qualsiasi strumento, si manifesta subito la reazione alimentare.

Se spostate lo stimolo in un altro punto della pelle, otterrete la stessa reazione. Quindi, l'eccitamento del punto della corteccia corrispondente al punto della vostra stimolazione iniziale, si è diffuso su tutto l'analizzatore cutaneo e ha prodotto la stessa reazione.

Se però lo stimolo iniziale è costantemente accompagnato dallo stimolo incondizionato corrispondente e gli stimoli ad esso affini vengono ripetuti da soli, questi provocano la inibizione, cioè diventano suscettori di inibizione. In questo modo si può giungere al limite delle possibilità di analisi proprie a un determinato animale, cioè i più delicati fenomeni della natura possono diventare stimoli specifici di una determinata attività dell'organismo. Possiamo supporre che lo stesso processo, che attua il collegamento fra le cellule corticali ed i centri subcorticali, realizzi anche il collegamento delle cellule corticali tra di loro. Allora si originano quelle complesse eccitazioni che si attuano grazie al coincidere nel tempo dei vari avvenimenti del mondo esterno. Queste eccitazioni complesse, in condizioni adeguate, possono diventare stimoli condizionati e possono essere differenziate mediante il processo di inibizione, che abbiamo ora descritto, da altri stimoli complessi che per la loro natura sono estremamente affini ai primi.

I processi di eccitazione e di inibizione, insorgendo in determinati punti della corteccia sotto l'influenza dei relativi stimoli, immancabilmente si irradiano, si diffondono per la corteccia per un'estensione più o meno grande, e quindi si concentrano nuovamente in uno spazio limitato (legge della irradiazione e della concentrazione dei processi nervosi).

Ho testé accennato al fenomeno della generalizzazione iniziale di ogni stimolo incondizionato, cosa che è il risultato dell'irradiazione dell'eccitamento giunto negli emisferi. Lo stesso accade inizialmente anche per il processo di inibizione. Quando si applica uno stimolo inibitorio e poi si interrompe la sua azione, l'inibizione può essere constatata per qualche tempo anche in altri punti della corteccia, e generalmente in punti molto lontani. Questa inibizione irradiata, come anche l'eccitazione, si concentra continuamente, sempre di più, soprattutto per influenza della contrapposizione col processo opposto, cioè i processi in corso si limitano l'un l'altro.

C'è persino ragione di credere nell'esistenza di un punto indifferente nello spazio compreso tra i due processi opposti. Nel caso di uno stimolo inibitorio ben elaborato si può osservare in molti cani la netta concentrazione dell'inibizione nel punto dell'eccitazione, perché gli stimoli positivi sperimentati contemporaneamente con lo stimolo inibitorio danno pieno effetto e spesso anche più intenso, mentre l'irradiazione dell'inibizione comincia solo dopo la fine dell'eccitazione.

Accanto ai fenomeni dell'irradiazione e della concentrazione dell'eccitazione e dell'inibizione, e intrecciandosi ad essi in modo complesso, insorgono i processi dell'induzione reciproca dei processi opposti: un processo eccita l'altro, l'opposto.

Se voi produceste un'eccitazione in un determinato punto, sulla periferia si sviluppa il processo opposto di inibizione. E inversamente, se provocate l'inibizione, allora in base alla legge dell'induzione reciproca, tutt'intorno vi sarà uno stato di eccitazione.

L'induzione reciproca non si osserva solo nelle regioni adiacenti al punto che viene eccitato o inibito, ma anche nel punto stesso che passa allo stato di inibizione dopo l'eccitazione e, inversamente, allo stato di eccitazione, dopo la fine dell'inibizione.

La cosa si presenta spesso molto complessa, come fase probabilmente transitoria. Quando uno stimolo positivo o inibitorio (specialmente quest'ultimo), altera un dato equilibrio corticale, sembra che la corteccia sia percorsa da un'onda la cui cresta è rappresentata dal processo positivo, ed il cui avvallamento è rappresentato dal processo inibitorio, onda che gradualmente si appiana, avviene cioè l'irradiazione dei processi con la alterna partecipazione della loro induzione reciproca.

Dagli esempi citati è chiaro che i grandi emisferi del cervello sono un apparecchio estremamente reattivo che stabilisce i più delicati rapporti reciproci fra l'organismo e l'ambiente. Le cellule dei grandi emisferi sono estremamente sensibili alle più piccole variazioni dell'ambiente esterno e devono essere accuratamente protette dagli sforzi eccessivi che possono portare persino alla distruzione organica. Il processo di inibizione è precisamente tale mezzo di difesa delle cellule dei grandi emisferi. Se voi prolungate per molto tempo lo stimolo condizionato, senza sostituirlo con quello incondizionato, immancabilmente si sviluppa lo stato di inibizione, come mezzo di difesa contro lo sforzo eccessivo.

Ciò è dimostrato anche da un altro fatto, evidente al massimo grado. Se voi prendete uno stimolo molto forte, per esempio un suono estremamente intenso e brusco in qualità di stimolo condizionato, essa avrà un effetto minore anziché maggiore di altri stimoli molto più deboli.

Ho già parlato del rapporto esistente fra lo stimolo condizionato e l'entità dell'effetto.

Tuttavia, la proporzionalità tra la forza fisica e l'effetto fisiologico sussiste solo fino ad un certo limite. Non appena lo stimolo condizionato, a causa della sua intensità fisica, diventa pericoloso per la cellula nervosa corticale, questa immediatamente risponde sviluppando lo stato di inibizione, il quale determina la fase paradossale:

lo stimolo forte ha un effetto minore dello stimolo debole. La condizione di indebolimento generale della corteccia dopo il lavoro porta anche ad un comportamento anormale nei riguardi degli stimoli, questi

ultimi cioè non eccitano più l'attività della corteccia ma l'inibiscono, difendendola così da un ulteriore esaurimento.

E se, sulla via dell'inibizione che si irradia negli emisferi cerebrali, non vi sono ostacoli sotto forma di focolai di forte eccitazione, voi avrete un normale sonno generale.

Nei casi in cui il processo di inibizione comprende solo una parte della corteccia dei grandi emisferi, avrete invece un sonno parziale, stato che è comunemente chiamato "ipnosi". Abbiamo avuto la possibilità di studiare sui cani le varie gradazioni dell'estensione e dell'intensità dell'ipnosi, che infine, se non vi sono sufficienti influenze eccitatorie, si trasforma in un sonno totale.

In tal modo, ci appare evidente la duplice funzione fisiologica dei processi di inibizione.

Nel periodo dello stato di veglia dell'animale, l'alternarsi dell'inibizione e dell'eccitazione, ora permette una determinata attività del cane frenando l'altra, ora frenando la prima, orienta l'attività dell'organismo in un'altra direzione adattando così quest'ultimo all'ambiente circostante.

D'altra parte l'inibizione, diffondendosi nei grandi emisferi, determina l'insorgere del sonno, che porta al ricupero delle energie spese durante il periodo di veglia.

Per quanto riguarda la funzione dell'irradiazione iniziale di ogni nuovo stimolo condizionato, quest'ultima può essere intesa nel senso che ogni agente esterno, che agisce da stimolo condizionato, va soggetto in realtà ad oscillazioni non solo per quel che concerne la sua intensità, ma anche per quel che concerne la sua qualità secondo le differenti condizioni dell'ambiente. L'induzione reciproca deve portare ad un potenziamento e un rafforzamento del significato fisiologico di ogni stimolo sia positivo, sia negativo, come effettivamente osserviamo nei

nostri esperimenti. Per molto tempo è rimasta incomprensibile la prolungata diffusione su tutto l'emisfero dell'inibizione prodotta da un determinato agente in un punto determinato. Tuttavia, negli ultimi tempi, in seguito ai lavori sulle scimmie, del dott. Voskressemski che ha accertato una durata notevolmente minore dell'inibizione successiva nelle scimmie rispetto ai cani, vi sono fondate ragioni per considerare la maggiore durata della inibizione successiva come un segno di relativa rigidità del sistema nervoso superiore del cane.

Come risulta da questo lavoro, la corteccia si presenta come un grandioso mosaico sul quale, in un determinato momento, si proietta un grandissimo numero di punti di applicazione di stimoli esterni, che a volte eccitano e a volte inibiscono le diverse attività dell'organismo. Ma poiché questi punti si trovano in determinati reciproci rapporti funzionali, i grandi emisferi sono anche, in ogni determinato momento, un sistema che è in condizioni di equilibrio instabile, che potrebbe essere chiamato stereotipo.

Entro limiti stabiliti, di questo sistema le oscillazioni sono cosa relativamente agevole. Invece, l'immissione di nuovi stimoli, specialmente se in grande numero e improvvisi o anche semplicemente lo spostamento di numerosi stimoli precedenti, costituisce un processo nervoso di grande entità, un lavoro superiore alle possibilità di molti sistemi nervosi, che si conclude col cedimento del sistema e si manifesta nella incapacità di eseguire per qualche tempo il normale lavoro effettivo.

Occupandoci dello studio dell'attività nervosa superiore del cane, secondo i metodi che vi ho brevemente esposti, ci siamo convinti dell'esistenza di tipi ben determinati di sistema nervoso centrale. Conducendo osservazioni su molti cani passati per le nostre mani durante trent'anni di ricerche, siamo arrivati ad accettare non le più recenti classificazioni dei tipi, bensì l'antica classificazione ippocratica che comprende quattro tipi principali, o, come sono comunemente chiamati, temperamenti.

In primo luogo, da tutto il nostro materiale emergono in modo ben distinto due tipi estremi: l'eccitabile e l'inibitorio. Vi ho già indicato che tutta l'attività intellettuale dell'animale allo stato di veglia è il risultato di due processi tra loro collegati: l'eccitazione e l'inibizione. Fra i cani da noi osservati si è trovato da una parte, il tipo eccitabile, che è caratterizzato dal fatto che alla capacità di forte eccitamento non corrisponde la capacità d'inibizione; e, dall'altra, il tipo inibitorio caratterizzato da una netta prevalenza del processo di inibizione e dal rapido venir meno del processo di eccitazione.

Ecco un esempio del tipo eccitabile. Create il riflesso alimentare condizionato con un suono di tono determinato, e con un tono contiguo al primo create uno stimolo condizionato inibitorio, non accompagnandolo mai, e quindi non "rafforzandolo" mai, col cibo.

Il cane del tipo eccitabile non risolve completamente il problema da voi posto: al secondo suono, simile al primo, nonostante l'assenza dell'accompagnamento al cibo, il cane conserva una certa reazione positiva, benché di molto inferiore alla reazione presentata al suono positivo, costantemente accompagnato al cibo.

Come vedete, dunque, nel cane del tipo eccitabile l'inibizione è insufficiente; il processo di eccitazione domina quello di inibizione. Nello stesso tempo, questo cane è capace di sopportare stimoli di qualsiasi grado d'intensità, e la loro applicazione non conduce a stati morbosi di nessun genere.

Il tipo inibitorio di sistema nervoso presenta il quadro apposto. Nel cane del tipo inibito si attua presto e facilmente l'inibizione condizionata, ma nello stesso tempo si manifesta in modo molto chiaro l'insufficienza del processo di eccitazione. Basta che voi adoperiate uno stimolo un poco più forte perché il cane passi ad un determinato stadio dello stato di inibizione, dimostrandosi incapace di attività normale. In mezzo a questi due tipi estremi si trovano i tipi equilibrati nei quali il processo di eccitazione è ben bilanciato da quello di inibizione. In base al nostro materiale, ci sembra necessario distinguere in questi due sistemi nervosi equilibrati, due sottotipi: uno esteriormente più tranquillo e posato, l'altro molto vivace e dinamico.

Se noi vogliamo applicare a questi rapporti di fatto l'antica classificazione dei temperamenti, ne seguirà che il nostro tipo eccitabile può essere comparato col temperamento collerico, il tipo inibito con quello melanconico, e i tipi equilibrati intermedi corrisponderanno da una parte ai temperamenti flemmatici, tranquilli, ma forti e, dall'altra, a quelli sanguigni, anch'essi forti, ma che esigono continuamente una eccitazione per la loro attività.

Vi ho esposto, in breve, i più importanti risultati dei nostri studi fisiologici sull'attività nervosa superiore. Ora possiamo passare alle questioni che presentano per voi un interesse diretto, le questioni della patologia.

Come si poteva prevedere fin dall'inizio, proprio i due tipi estremi di attività nervosa superiore, quelli non equilibrati, presentano deviazioni dalla norma. Voi già sapete che la normale attività nervosa consiste nel funzionamento dei due processi di inibizione e di eccitazione, che si trovano in rapporti complessi tra di loro, e potete facilmente immaginare, che i tipi estremi, incapaci di equilibrare questi fondamentali processi nervosi, cederanno naturalmente con maggiore facilità sotto i colpi della vita in confronto agli altri tipi di attività nervosa.

Questa conclusione è confermata dai fatti sperimentali.

Se voi ponete ad un cane col sistema nervoso eccitabile il problema del bilanciamento dei processi di inibizione e di eccitazione in condizioni rese artificialmente difficili; se, per esempio, adoperate direttamente, senza alcun intervallo, lo stimolo condizionato inibitorio dopo quello condizionato positivo, creando così, come noi lo chiamiamo, uno "scontro" fra il processo di inibizione e quello di eccitazione, l'animale in queste condizioni entra in uno stato di forte eccitazione, perdendo del tutto la capacità di sviluppo del processo di inibizione. Questo stato di accresciuta eccitabilità del sistema nervoso per influenza dello "scontro" del processo di eccitazione con quello di inibizione, accompagnato dalla perdita della capacità di sviluppo del processo inibitorio, noi lo abbiamo chiamato nevrastenia, per quanto dal punto di vista grammaticale ciò possa sembrare sbagliato.

Fino a che punto sia permesso paragonare questo stato alla nevrastenia clinica è questa una questione che esce dai limiti

della nostra competenza ed è oggetto di studio della neuropatologia. Durante il nostro lavoro abbiamo avuto nei laboratori alcuni di questi nevrastenici, abbiamo imparato a mettere intenzionalmente gli animali in questo stato e, ciò che più importa, abbiamo imparato a curarli e a riportarli ad uno stato normale.

In questo lavoro ci è stata d'aiuto la terapia praticata agli uomini e, precisamente, un medicamento a tutti ben noto: il bromo.

Avviene che, se noi somministriamo del bromo all'animale, talvolta soltanto per una settimana o due, tale medicamento ridà all'animale la capacità di risolvere dei problemi difficili.

Passiamo adesso alle caratteristiche del comportamento del tipo inibitorio in condizioni analoghe. Se voi sottoponete all'azione di uno stimolo forte o se combinate lo "scontro" del processo di eccitazione con quello di inibizione in un animale di questo tipo, esso al contrario del tipo eccitabile appena descritto, perde la capacità di reagire positivamente ai vostri stimoli condizionati. In molti esperimenti abbiamo potuto ripetutamente osservare che questi cani cadevano in uno stato cronico di inibizione, perdendo la capacità di reagire anche agli stimoli condizionati più deboli.

Vasto ed interessante materiale per osservazioni del genere ci è stato fornito dall'inondazione di Leningrado del 1924, che assunse, come ricorderete, delle proporzioni enormi. I nostri cani si trovavano in uno stabile minacciato di inondazione. Lì, in mezzo al rumore generale, allo schianto degli alberi che si rompevano, fra le onde che battevano contro il muro dello stabile, fummo costretti a salvare i cani a nuoto e a trasportarli ai piani superiori, in un'atmosfera nettamente diversa da quella abituale, sotto tutti gli aspetti. Come risultato, molti dei nostri cani si ammalavano seriamente. I cani eccitabili, forti, sopportarono tutto ciò e non si produsse in loro nessuna disfunzione. Quelli invece di tipo inibito caddero in uno stato di estremo indebolimento. Tutti i nostri riflessi in essi scomparvero e fu necessario aiutarli coi nostri riflessi condizionati alimentari, pregarli, per così dire, di prendere il cibo, ecc.

In molti casi non siamo neppure riusciti a guarire questi cani. Un caso tra questi è particolarmente interessante: un cane rimasto invalido fino a oggi, quando si adopera uno stimolo un po' forte si rifiuta di prendere il cibo e l'impiego di parecchi stimoli nello stesso esperimento conduce ineluttabilmente alla fase di inibizione; solamente un ambiente speciale, un ambiente per così dire "di serra", creato appositamente, ci permette di continuare a lavorare con questo cane.

Questo stato, nel quale l'attività nervosa per influenza di forti stimoli si svolge con un netto predominio del processo di inibizione, noi lo chiameremo isteria, mantenendo tutte le quelle riserve circa l'applicazione di ciò all'uomo, sulle quali io ho attirato la vostra attenzione dando la definizione del nostro stato nevrastenico.

È interessante considerare un'obiezione a questa analogia fra la nostra definizione dell'isterismo e le sue forme cliniche, obiezione che in sostanza si riduce a far notare che nei soggetti isterici, oltre lo stato di inibizione, si osserva anche uno stato di eccitazione. Questa obiezione tuttavia non è in contrasto con i nostri fatti sperimentali.

Nei cani di tipo inibito, accanto al forte indebolimento delle cellule nervose, non sono rari i casi di eccezionali esplosioni di eccitazione. Vi citerò quale esempio un cane appartenente a questo tipo isterico, che era necessario tenere per molto tempo in gabbia (contemporaneamente ci servivamo di lui per un esperimento sulla digestione).

Questo animale estremamente pauroso e prudente, tenuto per molto tempo in gabbia, allorché veniva liberato diventava estremamente violento. Più tardi vedrete che noi disponiamo di fatti che permettono di comprendere dal punto di vista fisiologico questa apparente contraddizione. Tra il materiale in nostro possesso vi è un altro fatto estremamente importante che è stato più volte riconfermato e che può offrire molto per la spiegazione dello stato patologico dei grandi emisferi. Vi ho già detto che i grandi emisferi, nel periodo di attività, rappresentano un sistema nel quale tutte le parti esercitano un'azione reciproca l'una sull'altra. È tuttavia possibile isolare da tutto questo sistema un singolo punto, anche molto piccolo, rendendolo malato, mentre l'attività dei grandi emisferi rimane nel suo complesso assolutamente normale. Supponiamo che voi create una serie di riflessi condizionati adoperando diversi stimoli sonori: un tono, un rumore, i colpi di un metronomo o un campanello.

Si può pensare che ognuno di questi stimoli agisca su un determinato punto della corteccia. Ed effettivamente potrete rendere malato uno qualsiasi di questi punti dell'analizzatore sonoro, senza danneggiare la normale attività degli altri punti dello stesso analizzatore. Si può ottenere questo, per esempio, elaborando per uno dei vostri stimoli condizionati, quello, per esempio, rappresentato da 100 colpi di metronomo al minuto, la differenziazione da uno stimolo dello stesso genere, per esempio quello di 95 colpi di metronomo al minuto, non accompagnando e rafforzando quest'ultimo col cibo. In questo modo costringete l'animale a rispondere ai 95 colpi di metronomo al minuto coll'inibizione. E se poi, avendo ottenuto che il vostro animale risponda ai 100 colpi di metronomo al minuto manifestando una netta reazione alimentare, mentre ai 95 colpi al minuto non ha nessuna reazione alimentare, comincerete ad adoperare questi stimoli uno dopo l'altro sostituendo quello positivo con quello inibitorio e viceversa, provocherete in questo modo lo scontro di questi due processi e, di conseguenza, il punto che, nell'analizzatore sonoro del vostro animale, corrisponde agli stimoli del metronomo risulterà "ammalato".

La legge del legame fra l'entità dell'effetto e la intensità dello stimolo si rivelerà, in questo punto, violata: ai colpi più deboli del metronomo a 100 la reazione sarà più forte in confronto alla reazione allo stesso stimolo di maggiore intensità. Le cellule di questo punto sono diventate più deboli e non sopportano più il precedente stimolo intenso. Se l'alterazione di questo punto dell'analizzatore sonoro sarà ancora più profonda, neanche l'uso di stimoli più deboli darà alcun effetto. Gli stimoli deboli, come prima quelli forti, condurranno al sorgere, in questo punto, del processo di inibizione, che si diffonderà per tutta la corteccia, trasformando così completamente tutto il comportamento dell'animale. Nello stesso tempo, tutti gli altri punti dell'analizzatore sonoro rimangono completamente sani: usando qualsiasi altro

stimolo sonoro, la reazione rimane assolutamente normale e nel comportamento del cane non vi sarà alcuna deviazione dalla norma. Ma basta che vi avvicinate al punto corrispondente agli stimoli da metronomo, punto che è "malato", perché subito subentra la fase paradossale, oppure la fase di pareggio: si sviluppa l'inibizione, scompare la reazione a tutti i vostri stimoli condizionati e questo stato dell'animale può prolungarsi per alcuni giorni.

Ora ci fermeremo più dettagliatamente sullo stato ipnotico dei nostri animali, perché lo studio di questo stato ci ha portati a capire i sintomi di alcuni malati psichici.

Come abbiamo già detto, fra i due stati estremi del sistema nervoso, cioè il sonno e la veglia, esistono delle fasi di passaggio che si possono notare chiaramente nei cani sotto forma di fasi di sviluppo e di diffusione dell'inibizione. L'inibizione, sorta in un determinato punto della corteccia, s'impadronisce in modo parziale e graduale dell'area dei grandi emisferi, rendendo inattivi alcuni punti e lasciando attivi gli altri, variando contemporaneamente non solo la localizzazione, ma anche il grado di intensità dell'inibizione.

Come esempio, vi citerò un normalissimo fatto del nostro lavoro.

La normale reazione alimentare del cane si manifesta in due forme: da una parte avviene la secrezione della saliva e dall'altra insorge la reazione alimentare motoria: il cane guarda la ciotola, si protende verso di essa, ecc. Ma, appena l'animale da esperimento cade nello stato di ipnosi, indipendentemente dalla causa che l'ha prodotta, sia questa l'ambiente che lo circonda o i metodi speciali usati dallo sperimentatore si potrà subito osservare l'interessantissimo fenomeno della dissociazione nel lavoro dei grandi emisferi cerebrali. Quando applicate lo stimolo condizionato, comincia la secrezione della saliva, e ciò dimostra che lo stimolo condizionato agisce. Ma non appena voi avvicinate il cibo al cane, egli non lo tocca.

Abbiamo davanti a noi un quadro molto strano: l'animale da esperimento è eccitato dal segnale in modo giusto, ma non può prendere il cibo. Tuttavia, il significato di questo fenomeno è molto chiaro: appena voi sciogliete lo stato ipnotico il cane comincerà a prendere il cibo. E si può spiegare questo fatto, apparentemente molto strano, in un modo molto semplice. I movimenti volontari partono da un punto determinato della area motoria della corteccia e, mentre altri settori della corteccia sono attivi, ed esercitano la loro azione sui centri della secrezione della saliva, dei punti dell'area motoria sono inibiti.

In questo modo abbiamo davanti a noi un esempio di dissociazione dell'attività dei grandi emisferi: un settore motorio dei grandi emisferi è inibito, mentre gli altri settori dei grandi emisferi si trovano in stato di attività.

In questo fatto è molto interessante un altro particolare, che dà un aspetto addirittura divertente all'esperimento. In realtà, neppure il settore motorio viene invaso dall'inibizione in modo simultaneo, bensì in un determinato modo graduale, che ha il suo fondamento fisiologico.

Quando date del cibo al cane, in esso si manifestano gradualmente una serie di attività: il suo corpo si svolta nella direzione del cibo, i muscoli del collo piegano la testa e quindi segue il lavoro dei muscoli masticatori, della lingua, ecc.. Il processo di inibizione, allo stesso modo di quello di eccitazione, segue come si vede, un determinato ordine: se lo stato ipnotico è al suo inizio, il cane perde innanzitutto la possibilità di muovere la lingua e le mascelle, conservando le altre tappe dell'attività.

Si osserva allora un quadro molto curioso.

Voi applicate lo stimolo condizionato: comincia a scorrere la saliva, il cane si volta nella direzione del cibo, abbassa la testa verso la ciotola, ma non può prendere il

cibo: la lingua pende fuori come se fosse paralizzata e il cane non può aprire la bocca né azionare le mascelle.

Questo coincide con alcuni altri fatti della patologia, e in questo caso vale il principio in base a cui l'inibizione o il processo patologico colpisce in primo luogo quei settori che in precedenza hanno lavorato più degli altri.

Seguono poi le altre fasi: il cane si volterà in direzione del cibo ma non abbasserà la testa, ma se l'inibizione si propagerà oltre, scomparirà anche il movimento del corpo ed il cane rimarrà fermo. È interessante anche quel che segue. Quando l'inibizione invade tutto l'emisfero dei nostri cani, questi cadono nello stato di catalessia: il cane rimane fermo in piedi come se fosse di legno, scompaiono tutti i movimenti e non ha luogo nessun riflesso.

Probabilmente questo fatto deve essere interpretato nel modo seguente: il processo di inibizione si è propagato non solo nei grandi emisferi, ma anche ai centri subcorticali attigui, escluso tuttavia il centro che equilibra la posizione del corpo nello spazio. Quando, infine, l'inibizione invade anche questo settore, subentra il sonno completo con il rilassamento della muscolatura.

In questo modo i processi di inibizione si distinguono non solamente per la loro intensità, ma anche per la loro localizzazione. La dissociazione dell'attività del cervello può aver luogo non solo nei grandi emisferi, ma anche in qualche centro subcorticale, determinando in questo modo un'estrema varietà dei fenomeni. È facile immaginarsi quanto grande deve essere questa varietà nell'uomo, che si distingue da tutti gli animali per le dimensioni dei grandi emisferi e per la loro complessa attività. Tuttavia, i principi fondamentali dell'attività nervosa superiore sono comuni sia per l'uomo, sia per gli animali superiori. Di questo mi hanno particolarmente convinto le osservazioni compiute sui malati, dopo aver studiato in laboratorio tutti quei fatti che vi ho esposto in breve.

Grazie alla cortesia del prof. P. A. Ostankov e dei suoi collaboratori, ho potuto osservare tutte le varie fasi della demenza precoce. In base a tutto il nostro materiale sperimentale, sono arrivato, in tali osservazioni, alla conclusione che alcune fasi o variazioni di questa malattia rappresentano né più né meno che diverse fasi dello stato ipnotico e che possono essere comprese alla luce dei nostri dati sperimentali che si riferiscono ai processi di inibizione. Perché questa conclusione vi sia più chiara dovrò soffermarmi ancora su un punto estremamente importante delle nostre ricerche: i rapporti reciproci fra corteccia e sotto corteccia.

L'attività nervosa superiore si compone dell'attività dei grandi emisferi e di quella dei più vicini centri subcorticali, rappresentando così l'attività combinata di questi due importantissimi settori del sistema nervoso centrale. Questi centri subcorticali sono, come vi ho già indicato, i centri dei più importanti riflessi incondizionati o istinti: alimentare, difensivo, sessuale, ecc., rappresentando in tal modo le più importanti tendenze dell'organismo animale.

Nei centri subcorticali è racchiuso il fondamento delle più importanti attività vitali dell'organismo. Dal punto di vista fisiologico, i centri subcorticali sono caratterizzati dall'inerzia sia nei riguardi dell'eccitazione che dell'inibizione. Il cane in cui i grandi emisferi siano stati asportati non risponde ad un'enorme quantità di stimoli che gli vengono dal mondo esterno, il quale, per lui, sembra essersi ristretto. Dall'altra parte, lo stesso cane, non è in grado, per esempio, di estinguere, cioè di inibire, il riflesso d'orientamento ad uno stimolo ripetuto più volte, mentre in un cane normale questo processo avviene dopo trentacinque ripetizioni.

La funzione dei grandi emisferi cerebrali in rapporto alla sottocorteccia, consiste in una profonda e vasta analisi e sintesi di tutti gli stimoli esterni e interni, e nella continua correzione dell'inerzia e rigidità dei centri subcorticali.

Sullo sfondo dell'attività grezza, generica, realizzata dai centri subcorticali, la corteccia tesse, per così dire, la trama del più fini movimenti, che assicurano la completa corrispondenza con l'ambiente di vita dell'animale. A sua volta, la sottocorteccia ha un'influenza positiva sulla corteccia dei grandi emisferi, agendo come sorgente della loro energia.

I fatti più comuni confermano questa influenza della sottocorteccia sulla corteccia. Se voi prendete un animale affamato, che non abbia avuto cibo, mettiamo, da 24 ore, avete dei riflessi condizionati alimentari di maggiore potenza, e viceversa l'animale sazio vi darà dei riflessi di un'entità molto inferiore rispetto al primo caso.

Un'analisi più dettagliata di questo rapporto reciproco fra l'attività della corteccia e quella della sottocorteccia dei grandi emisferi, effettuata durante i nostri ultimi esperimenti dal dott. V. V. Rikman, ha rivelato una serie di importanti particolari.

Vi ho già parlato della legge della dipendenza della intensità dell'effetto dalla intensità dello stimolo, legge da noi riscontrata nelle condizioni di normale e sufficiente somministrazione giornaliera di cibo. Ma basta che voi aumentiate l'eccitabilità alimentare del cane, limitando la razione giornaliera o aumentando l'intervallo tra un pasto e l'altro, perché questa legge venga meno: gli stimoli deboli e forti o diventano uguali nel loro effetto o, come avviene spesso, lo stimolo debole produce maggiore effetto di quello forte. E così avrete la fase di pareggio oppure la fase paradossale.

Se voi prendete il caso inverso, ossia diminuite l'eccitabilità alimentare, avendo già dato da mangiare all'animale prima dell'esperimento, avrete di nuovo il pareggio tra l'effetto degli stimoli forti e l'effetto di quelli deboli. Però, tra il primo e il secondo caso vi è una certa differenza: mentre nel primo caso la fase di pareggio si stabilirà su valori alti, nel secondo caso il pareggio si stabilirà su valori bassi.

In quest'ultimo caso si può arrivare anche al punto che, durante gli stimoli forti il cane si rifiuti di prendere il cibo, e lo prenda solamente durante quelli deboli. Come vedete, sia nel primo che nel secondo caso vengono interessati gli stimoli forti: quando l'animale è sazio o è affamato essi si abbassano sotto il loro valore normale. La spiegazione di ciò sta nel fatto che, durante l'aumento dell'eccitabilità alimentare, la sottocorteccia fortemente eccitata "carica" e intensamente la corteccia, aumentano la labilità delle cellule, e gli stimoli forti diventano in queste condizioni sopramassimali, richiamando su di sé l'inibizione. Al contrario, con l'abbassarsi dell'eccitabilità alimentare, gli impulsi da parte della sottocorteccia diminuiscono e la labilità delle cellule della corteccia si abbassa, soprattutto in quelle cellule che hanno lavorato in precedenza e che naturalmente sono quelle cellule verso cui erano indirizzati gli stimoli forti.

Questa influenza che ho appena descritto, della sottocorteccia sulla corteccia, emerge in modo molto chiaro adoperando solo stimoli deboli. Allora emerge una legge rigorosa: l'effetto degli stimoli deboli procede parallelamente all'aumento e alla diminuzione della eccitabilità alimentare, cioè aumenta con l'aumentare di questa eccitabilità e diminuisce con la sua diminuzione.

Questo fatto dell'influenza della sottocorteccia sulla corteccia ha avuto una conferma anche in altri nostri esperimenti.

Ai cani in cui le cellule dei grandi emisferi erano esaurite e stanche, e in cui i riflessi erano molto deboli o erano scomparsi del tutto; si praticava la legatura del condotto seminfero ed il trapianto delle ghiandole sessuali prelevate da un altro animale, cioè, come si deve supporre, si aumentava l'immissione di ormoni sessuali nel circolo sanguigno. L'operazione esercitava un'azione favorevole: ritornavano tutti i riflessi, le cellule nervose si dimostravano forti, capaci di risolvere anche problemi difficili. Quest'azione tuttavia era breve: dopo due o tre mesi, l'animale ricadeva nelle condizioni di prima (esperimenti del dottor D. I. Soloveicik). Gli esperimenti in senso contrario (dottor M. K. Petrova), e cioè la asportazione delle ghiandole sessuali in cani dotati di attività nervosa superiore normale, conducono, come ci si può immaginare, ad una rapida alterazione di tutta la normale attività dei grandi emisferi: si ottiene qualche cosa di simile all'isteria, o qualcosa che ricorda le prime fasi della demenza precoce.

Sommando quello che ho detto sulla correlazione fra l'attività della corteccia e quella della sottocorteccia, si può dire che la sottocorteccia è la sorgente di energia per tutta l'attività nervosa superiore, e che la corteccia ha funzione di regolatrice nei riguardi di questa forza cieca, finemente indirizzandola e frenandola. L'influenza inibitoria della corteccia, stabilita in fisiologia già ai tempi di Secenov, appare soprattutto evidente da uno dei nostri esperimenti che mi sembra rivesta non poca importanza per la clinica. Uno dei mie collaboratori mi mostrò il caso di una comune nevrosi bellica. Il paziente, ex ufficiale, appena si addormentava o entrava in stato di sonnolenza, cominciava subito ad urlare, a muovere le braccia e le gambe, a dare ordini, in poche parole riviveva tutte le scene della guerra. In tutto il resto, l'ammalato non manifestava nessuna deviazione dalla normalità.

Crediamo di esser riusciti a riprodurre un caso simile in un cane. In un cane da esperimento furono elaborati, dal dott. G. P. Konradi, e con un determinato scopo, diversi riflessi condizionati a vari toni di uno stesso strumento, riflessi collegati con vari riflessi incondizionati. Un tono era collegato alla somministrazione di un acido, un altro produceva la

reazione alimentare ed il terzo era collegato con l'azione della corrente elettrica su una zampa. Inoltre, la corrente per la stimolazione della zampa era di una tale forza e produceva una reazione difensiva talmente intensa che una volta il cane ruppe tutti i legami che lo tenevano stretto al banco di prova e cominciò ad abbaiare disperatamente. L'eccezionale intensità del riflesso di difesa si manifestava anche nel fatto che il riflesso alimentare e il riflesso all'acido erano complicati dal riflesso di difesa. Negli esperimenti successivi fu abbandonato l'uso del riflesso di difesa e di quello all'acido e lo studio condotto dal dott. V. V. Rikman continuò solamente col riflesso alimentare.

La complicazione del riflesso alimentare colla reazione difensiva diminuiva gradatamente e spariva definitivamente verso la fine del secondo mese degli esperimenti. Qualche mese dopo si cominciò a notare il seguente fatto. Appena il cane cadeva nello stato ipnotico – in cui fedele indice è la fase di pareggio oppure la fase paradossale – subito dopo il pasto si manifestava una forte reazione difensiva. E bastava interrompere lo stato ipnotico perché la reazione difensiva scomparisse subito.

Come vedete, l'analogia col caso clinico è completa: in entrambi i casi nel passato ci sono state delle emozioni molto forti, ed in ambo i casi la condizione necessaria per scoprire le tracce di queste emozioni vissute, e lo stato ipnotico. La spiegazione palese di questo fatto consiste nel fatto che nei centri subcorticali si mantengono le tracce di queste emozioni eccezionalmente forti vissute nel passato e queste tracce emergono appena subentra l'indebolimento della azione inibitoria esercitata dalla corteccia dei grandi emisferi sui centri subcorticali, e ancora di più quando può manifestarsi l'induzione positiva della corteccia sulla sottocorteccia. Ora che abbiamo esaminato nelle linee generali l'azione della corteccia e i suoi rapporti reciproci con i centri subcorticali, vi sarà molto più chiaro il concetto della schizofrenia in una certa fase, quale manifestazione dello stato di inibizione della corteccia dei grandi emisferi. Nello studio dei malati la mia attenzione fu attirata da un sintomo, che nella clinica non ha, purtroppo, nessuna denominazione speciale.

Questo sintomo consiste nel fatto che l'ammalato non risponde alle domande postegli e non entra quindi in un contatto con voi, mentre talvolta quando ripetete queste domande a voce bassa ed in un ambiente tranquillo, potete ottenere la risposta corrispondente. È indubbio che questo sintomo presenta una piena analogia con la fase paradossale dello stato ipnotico, quando l'animale reagisce agli stimoli deboli e non risponde a quelli forti.

Dei sintomi come l'ecolalia, l'ecoprassia e la stereotipia si comprendono molto bene dal nostro punto di vista come diversi gradi di ipnosi, che si concentrano nell'uno o nell'altro punto della corteccia dei grandi emisferi. In tal modo si ha già un numero sufficiente di motivi per considerare alcuni sintomi della schizofrenia come la manifestazione dello stato di inibizione della corteccia, che in certo qual modo difende le cellule nervose da un ulteriore esaurimento. Il sintomo rappresentato dalla comparsa di una vivacità che prima non era naturale in un malato di ebefrenia, può essere anch'esso interpretato come la liberazione dei vicini centri sottocorticali dalla influenza inibitrice della corteccia. Ho già rivolto la vostra attenzione sulla grande varietà dei fenomeni ipnotici che presentano i nostri animali da esperimento, sulla dissociazione nell'attività dei grandi emisferi quando certi punti si dimostrano inibiti e gli altri eccitati, e su come tutto il quadro presenti un carattere nettamente mutevole. È facile immaginare quanto vaste siano questa varietà e questa dissociazione nei grandi emisferi dell'uomo.

La mente umana dovrà molto applicarsi per spiegare pienamente questa complessità, e ci soddisfa non tanto il fatto che tutti gli elementi da noi conquistati in questa direzione sull'animale da esperimento possono con diritto essere trasportati sull'uomo, quanto il fatto che questi dati, in collegamento con altri che si stanno raccogliendo, ci apriranno, come uno schema, la via giusta per lo studio fruttuoso e la completa conoscenza dell'attività dei grandi emisferi dell'uomo.

A conclusione vi dirò qualche parola sui rapporti della moderna fisiologia del cervello, così come ve l'ho esposta, con la moderna psicologia. Che le nostre ricerche sull'attività nervosa superiore seguano una strada giusta mi convincono anche le discussioni che si svolgono attualmente fra gli psicologi.

Quest'anno sono stato in America per partecipare ai lavori del Congresso di Psicologia, e ho avuto l'occasione di parlare con vari rappresentanti di diverse correnti psicologiche.

La psicologia moderna è divisa in due campi nettamente opposti uno all'altro. Alla vecchia psicologia associativa si contrappone la moderna Gestaltpsychologie.

Se vogliamo definire questi due punti di vista nelle loro linee generali, diremo che secondo l'opinione dei seguaci della psicologia associativa, la funzione dei grandi emisferi si riduce ad unire dei singoli elementi, separati prima uno dall'altro, e di conseguenza questa corrente si prefigge come compito fondamentale l'analisi dei legami che fra essi si stabiliscono; secondo l'opinione dei seguaci della corrente della Gestaltpsychologie, l'attività dei grandi emisferi non ammette frazionamento, agisce sempre come un tutto unico, ed essi vedono il loro compito nel descrivere e spiegare tali strutture del comportamento dell'uomo e dell'animale. La fisiologia dei grandi emisferi, nell'attuale tappa del suo sviluppo, dà la possibilità di unire questi due concetti basandosi su un rigoroso materiale concreto. Per noi è ben chiaro che la corteccia dei grandi emisferi rappresenta un complicatissimo mosaico di funzioni, composto di singoli elementi, ognuno dei quali ha una determinata azione fisiologica: positiva oppure inibitoria. D'altra parte è anche indubbio che questi elementi in ogni determinato momento sono collegati in un sistema, dove ogni elemento si trova in rapporti reciproci con tutti gli altri. Ecco un semplicissimo dato dei nostri esperimenti. Se create una serie di riflessi condizionati a diversi stimoli condizionati, adoperandoli in un determinato ordine e con un eguale intervallo, ottenete da questi determinati effetti. Basta che cambiate l'ordine degli stimoli o variate l'intervallo tra di loro perché già otteniate degli effetti diversi. Fino a che punto la formazione di un sistema svolga funzione sostanziale nel lavoro dei grandi emisferi,

si vede dal fatto che tra i nostri cani non sono rari i casi di sparizione di tutti i nostri riflessi condizionati quando viene variato il sistema stabilito.

Come nelle mani di un chimico l'analisi e la sintesi sono mezzi potentissimi per lo studio della struttura di uno sconosciuto composto chimico e per la spiegazione di tutte le sue proprietà, così anche per il fisiologo l'analisi e la sintesi dei processi nervosi aprono la giusta via per comprendere la complessa struttura funzionale dei grandi emisferi.

In tal modo, dal punto di vista del fisiologo, la corteccia dei grandi emisferi realizza contemporaneamente e continuamente un'attività analitica e sintetica, e qualsiasi contrapposizione di queste attività, o lo studio preferenziale di una sola di esse, non potranno portare ad un vero successo, e ad una visione completa dell'attività dei grandi emisferi cerebrali.