

Categorie di movimento

Classificazione delle abilità motorie

L'**abilità motoria** può essere definita, in generale, come la capacità di conseguire uno o più obiettivi di prestazione in tempi ottimali, con massime possibilità di riuscita e minimi dispendi di energia mentale e fisica.

La prestazione accurata deve inoltre poter essere ripetuta con costanza, anche in momenti difficili o decisivi della gara.

Le abilità sono acquisite e consolidate attraverso l'apprendimento e l'automatizzazione del movimento.

3 classificazioni situano le abilità lungo un continuum ai cui estremi si trovano:

1. **Abilità aperte e chiuse** (*open* e *closed skills*);
2. **Abilità discrete e continue;**
3. **Abilità motorie e cognitive.**

Categorie di movimento

Classificazione delle abilità motorie

Open e closed skill

Si basa sulle caratteristiche di stabilità e prevedibilità dell'ambiente.

Nelle abilità **open** l'ambiente è variabile e difficilmente prevedibile, l'atleta deve reagire prontamente a eventi mutevoli. Ne sono esempi tutti gli **sport di situazione** (giochi di squadra, di confronto, lotta, tennis, etc.) in cui il gesto tecnico deve costantemente modificarsi in conseguenza alle situazioni ambientali. Le fonti di maggior variabilità derivano dalla presenza degli avversari.

Nelle abilità **closed** l'ambiente è stabile e prevedibile, e l'atleta ha di solito del tempo per prepararsi all'azione. Ne sono esempi il nuoto, l'atletica leggera, la ginnastica artistica, etc., in cui il gesto tecnico deve essere riprodotto a conformarsi il più possibile a uno standard ideale.

Tra i 2 estremi vi sono abilità che si svolgono in ambienti semiprevedibili (**mixed paced**) in cui l'atleta deve conformarsi a un'azione standard ma adattare contemporaneamente₂ la stessa a variazioni ambientali, ad esempio, lo sci alpino.

Categorie di movimento

Classificazione delle abilità motorie

Abilità discrete e continue

Si basa sulla durata temporale dell'azione.

Le **abilità discrete**, come un tiro a canestro o una battuta della pallavolo, hanno un inizio e una fine ben identificabili e una durata relativamente breve. Sono particolarmente importanti in molte prestazioni, come nei giochi di squadra, in cui bisogna prendere, passare, tirare la palla in modo adeguato.

Le **abilità continue** non sono caratterizzate da inizio e fine nettamente identificabili e la durata di un'azione è relativamente ampia, come nel nuoto, nella corsa, nel ciclismo.

Fra questi 2 estremi abbiamo le **abilità seriali**, costituite da un certo numero di abilità discrete poste in sequenza a formare un'azione più complessa e protratta nel tempo, come le combinazioni nel nuoto sincronizzato o nella ginnastica artistica.

Categorie di movimento

Classificazione delle abilità motorie

Abilità cognitive e motorie

Si basa sulla distinzione tra abilità a prevalente componente motoria o cognitiva.

Nelle **abilità motorie** ("come fare") i processi decisionali sono minimizzati, mentre assume importanza la qualità del movimento in sé, e quindi il controllo motorio, come ad esempio nel sollevamento pesi.

Nelle **abilità cognitive** ("cosa fare") i processi decisionali e il problem-solving assumono grande rilevanza: passare la palla a un compagno in modo tecnicamente ineccepibile è spesso meno importante rispetto alla scelta tattica di passare e a chi passare, tirare o continuare l'azione.

Fra i due estremi si situano moltissime attività sportive, ognuna caratterizzata da diverse combinazioni di richieste decisionali e di controllo motorio.

Categorie di movimento

Metodi di misurazione

Due gruppi:

1. *metodi di osservazione e descrizione delle caratteristiche intrinseche del movimento.*

Derivano dalla **cinematica** (parte della meccanica che studia le proprietà del moto indipendentemente dalle cause che lo provocano).

Si occupa delle differenti posizioni spaziali che il corpo o alcuni suoi segmenti assumono durante il movimento.

2. *metodi che misurano l'effetto che il movimento produce, cioè finalizzati alla valutazione delle conseguenze dell'azione.*

Categorie di movimento

Metodi di misurazione delle caratteristiche del movimento

Registrazione cinematica

Uno dei metodi più impiegati. Consiste nella rilevazione delle successive posizioni occupate dai segmenti corporei durante il movimento.

Si può usare la ripresa cinematografica.

Osservazioni molto dettagliate possono essere condotte concentrando l'analisi su una specifica parte del corpo e verificarne le modificazioni spaziali per unità di tempo, ricostruendo così la traiettoria e i tempi per ogni segmento della stessa.

Un altro metodo impiega dei led applicati in punti particolari del corpo; durante il movimento il segnale emesso dai led è captato da appositi sensori che tramite l'interfacciamento con un computer forniscono la successione degli spostamenti dell'arto osservato e la traiettoria compiuta. Con questo metodo si possono misurare anche la velocità e l'accelerazione nei vari momenti dell'esecuzione del movimento.

Categorie di movimento

Metodi di misurazione delle caratteristiche del movimento

Registrazione elettromiografica

Si basa sul presupposto che ogni movimento comporta attività muscolare e che questa può essere rilevata, amplificata e misurata.

I movimenti possono essere suddivisi in base al tipo di attività muscolare necessaria per la loro esecuzione.

L'attività elettrica viene registrata tramite elettrodi applicati sulla cute sovrastante il muscolo interessato.

Il segnale rilevato viene poi amplificato e riprodotto tramite un poligrafo.

È importante per 3 motivi:

1. individua in maniera certa i muscoli impiegati in un dato movimento, e l'ampiezza indica la forza prodotta per eseguirlo.
2. individua la successione e la durata di attivazione e inibizione dei muscoli agonisti e antagonisti implicati nel movimento.
3. è l'indice più preciso riguardo al momento di inizio del movimento: l'attività elettrica del muscolo è rilevabile all'innescamento del movimento e quando esso non è ancora osservabile (v. tempi di reazione).

Categorie di movimento

Metodi di misurazione dell'ampiezza del movimento

3 parametri principali:

- Ampiezza
- Tempo impiegato
- Errore commesso

Ampiezza

È il più macroscopico (es. altezza dell'asticella nel salto in alto). A parità di potenza muscolare si può ottenere un miglioramento quantitativo della prestazione attraverso, ad esempio, la modificazione della coordinazione muscolare, cioè la successione di attivazione-inibizione dei vari muscoli impegnati nel movimento, o attraverso una diversa distribuzione delle risorse attentive impiegate nell'attività motoria.

Quindi, anche un aspetto generale del movimento come la sua ampiezza può essere modificato e migliorato attraverso meccanismi cognitivi.

Categorie di movimento

Metodi di misurazione dell'ampiezza del movimento

Tempo di movimento

La velocità di movimento può essere studiata misurando il numero di volte in cui il movimento viene ripetuto nell'unità di tempo, per esempio, quante volte si riesce a battere le mani in 20 sec. Dividendo il tempo totale per il n di contatti delle mani si ottiene il tempo medio di movimento di ogni battuta.

A parità di condizioni, il tempo di movimento è funzione della sua ampiezza.

Categorie di movimento

Metodi di misurazione dell'ampiezza del movimento

Tempo di reazione

Non risente dell'ampiezza del movimento. Misura il tempo necessario per decidere di eseguire un dato movimento.

Più precisamente, è *l'intervallo di tempo che va dalla presentazione di uno stimolo alla prima reazione osservabile del movimento.*

Il tempo di reazione è composto da una prima fase **centrale-cognitiva** e da una seconda **periferico-motoria**.

Nella prima hanno luogo i processi di elaborazione e codifica dell'informazione sensoriale in entrata fino alla selezione della risposta da effettuare, nella seconda ha luogo l'attività muscolare dalla prima contrazione registrabile con l'elettromiografo fino al primo mutamento osservabile esternamente. In genere questa seconda componente dura 40-60 msec.

Categorie di movimento

Metodi di misurazione dell'ampiezza del movimento

Tempo di reazione

Tanto più elementari sono i processi cognitivi coinvolti nell'elaborazione dello stimolo e nella scelta della risposta, tanto più veloci saranno i tempi di reazione del soggetto.

Allo stesso modo, tanto più semplice e meno ampio il movimento di risposta, tanto più rapido il tempo di movimento necessario alla sua esecuzione.

Anson (1982) ha dimostrato che l'effettore corporeo con cui si effettua la risposta è pressoché irrilevante per il TR.

Anche l'età non sembra incidere in modo significativo sui TR.

Tempo di reazione (breve digressione storica)



Donders (1818-1889) escogitò un sistema per misurare i processi mentali.

Ideò tre condizioni nelle quali si misuravano i **tempi di reazione** dei soggetti.

- Nella prima condizione (**a**) vi era uno stimolo a cui il soggetto doveva dare una risposta.
- Nella seconda condizione (**b**) vi erano tre stimoli diversi ai quali il soggetto doveva dare tre risposte diverse.
- Nella terza condizione (**c**) vi erano tre stimoli, ma il soggetto doveva dare risposta ad uno solo di essi.

Donders constatò che i tempi di reazione della condizione **a** sono i più brevi, seguono quelli della **c** e, infine, quelli della **b**.

-la differenza $c-a$ indica il tempo necessario per **discriminare tra gli stimoli**;

-la differenza $b-c$ è il tempo necessario a **discriminare tra diverse risposte**.

In questo modo, Donders era riuscito a misurare dei processi psicologici di scelta.

Categorie di movimento

Metodi di misurazione dell'ampiezza del movimento

Errori commessi

La grande maggioranza dei movimenti richiede accuratezza, cioè deve essere eseguita secondo precisi parametri spazio-temporali.

Quando la prestazione esce dai valori di tolleranza ammessi si ha l'errore e il movimento non raggiunge lo scopo previsto.

L'errore può essere determinato dall'errata specificazione del valore di una qualsiasi delle variabili che lo compongono, per cui l'errore può essere dovuto alla forza, alla velocità, alla distanza, etc.

4 principali metodi di misurazione dell'errore:

- Metodo dell'**errore costante**
- Metodo dell'**errore variabile**
- Metodo della **variabilità totale**
- Metodo dell'**errore assoluto**

Categorie di movimento

Metodi di misurazione dell'ampiezza del movimento

Errori commessi

- **Metodo dell'errore costante**
valuta l'accuratezza del movimento misurando l'errore medio commesso durante esecuzioni ripetute
- **Metodo dell'errore variabile**
è un indice della disuguaglianza delle risposte, misura la variabilità relativa alla media delle prove effettuate
- **Metodo della variabilità totale**
è dato dalla combinazione dell'errore variabile e dell'errore costante
- **Metodo dell'errore assoluto**
simile al precedente, che però è da preferirsi, sebbene meno usato nella ricerca di settore

Apprendimento motorio

Gli stadi dell'apprendimento motorio

L'**apprendimento motorio** può essere definito un cambiamento relativamente permanente nella prestazione o nelle potenzialità di comportamento conseguibile attraverso l'esperienza o la pratica, che comporta una serie di modifiche a livello del sistema nervoso centrale, generalmente non direttamente osservabili, ma che possono essere inferite attraverso cambiamenti nella performance negli aspetti cognitivi e motori.

Tali cambiamenti si riflettono in un miglioramento delle capacità di elaborazione delle informazioni (identificazione degli stimoli rilevanti, selezione e parametrizzazione del programma motorio appropriato, formazione di un riferimento di confronto fra risultato atteso e reale, etc.), che diventano più rapide, economiche ed efficaci; il movimento, di conseguenza, diviene più sicuro, fluido e preciso.

Gli stadi dell'apprendimento motorio

L'apprendimento motorio si manifesta con una certa gradualità, con il passaggio progressivo attraverso 3 fasi (Fitts, 1964): da una fase iniziale di comprensione del compito e di coordinazione grezza (fase **cognitiva**), passa attraverso uno stadio di sviluppo della coordinazione fine (fase **associativa**), per arrivare ad una fase finale di comprensione approfondita e automatizzazione del movimento (fase di **automazione**).

Gli stadi dell'apprendimento motorio

Si distinguono 3 stadi relativamente differenziati dell'apprendimento motorio, all'interno dei quali esistono diversi livelli di evoluzione delle abilità:

1. stadio verbale-cognitivo o della coordinazione grezza (fase cognitiva)
2. stadio motorio o della coordinazione fine (fase associativa)
3. stadio autonomo o della disponibilità variabile (fase di automazione)

I momenti di passaggio da una fase alla successiva non sempre sono identificabili in maniera precisa, in quanto le 3 tappe descrivono un processo evolutivo non suddivisibile in maniera rigida, in cui sono possibili stasi e regressi.

Apprendimento motorio

Gli stadi dell'apprendimento motorio

- Nella prima fase verrebbero prese le decisioni che permetterebbero i primi tentativi di esecuzione del movimento, accompagnate e facilitate dalla verbalizzazione, più frequentemente sub-vocale, del movimento che si sta compiendo e delle strategie adottate per compierlo.
- Nella seconda i vari movimenti che compongono la prestazione vengono condensati in un'unica azione e ne risulta una attività motoria che è diversa dalla somma dei singoli movimenti eseguiti singolarmente.
- Nella terza ha luogo l'automazione dei processi cognitivi sottostanti l'attività motoria e il sistema di controllo opererebbe in modo molto ridotto. L'avvenuta automazione è testimoniata anche dalla difficoltà di verbalizzazione, spiegabile dalla minor dislocazione di risorse attentive sulla prestazione in atto, risorse che verrebbero invece impiegate in attività diverse che si svolgono in parallelo all'attività motoria automatizzata. La richiesta di verbalizzazione richiede un ritorno delle risorse sulla prestazione motoria in atto, causando un'interferenza sulle altre attività.

Apprendimento motorio

Stadio verbale-cognitivo o della coordinazione grezza

Sono numerose le difficoltà iniziali di fronte ad un compito nuovo, specie se complesso. Il problema per il principiante è di capire gli obiettivi, quando iniziare l'azione, cosa fare, a cosa prestare attenzione, quali sono gli effetti dell'azione.

Nelle prime fasi dell'apprendimento motorio è difficile se non impossibile insegnare il movimento attraverso la modalità verbale, quindi la cosa migliore è dare una dimostrazione pratica dell'attività stessa, cioè mimare il movimento.

Per apprendere un movimento per **imitazione** è necessario che il movimento venga percepito e memorizzato. La percezione non è un problema, ma la memorizzazione richiede che il soggetto sia in grado di individuare e isolare le caratteristiche cruciali del movimento osservato.

Questo aspetto è legato al livello di conoscenza motoria posseduto da chi deve apprendere, e chi mima il movimento deve tenere conto di questo aspetto, modulando la rappresentazione secondo diversi gradi di specificità.

Ai primi stadi di apprendimento motorio i movimenti necessitano dell'impiego di risorse attentive, e quindi devono essere isolati e memorizzati singolarmente.

Apprendimento motorio

Stadio verbale-cognitivo o della coordinazione grezza

*I compiti motori che hanno nel suono la loro caratteristica principale possono essere appresi più velocemente se chi deve apprendere viene più volte sottoposto all'ascolto del suono prodotto dal movimento; il **ritmo** memorizzato aiuta a guidare il movimento.*

Il **movimento guidato** consiste nel guidare passivamente un arto di chi deve apprendere durante l'esecuzione del movimento. Questa modalità è impiegata di frequente per l'insegnamento di abilità motorie sportive, ad esempio i maestri di tennis impugnano la mano e la racchetta dell'allievo mantenendosi a contatto con il suo corpo ed effettuano il movimento corretto accompagnando nel gesto il braccio e il busto dell'allievo.

Questo metodo non fornisce grandi risultati, probabilmente a causa della passività. Durante l'esecuzione autonoma del movimento il soggetto compie degli errori che funzionano da feedback per il miglioramento della prestazione; questo manca nella guida passiva.

Apprendimento motorio

Stadio verbale-cognitivo o della coordinazione grezza

La definizione "verbale-motorio" indica la rilevanza dei processi verbali nel mediare la comprensione cognitiva del compito. Alcuni individui utilizzano proprie verbalizzazioni interne come guida per svolgere l'azione, per spiegarsi cosa devono fare.

La verbalizzazione ha una doppia funzione: favorisce l'organizzazione di un piano d'azione e aiuta la memorizzazione delle percezioni relative al movimento e all'ambiente.

Questa attività impegna fortemente i processi attentivi, rendendo difficile l'elaborazione contemporanea di altre informazioni per svolgere compiti collegati, per cui, per quanto utili nelle fasi iniziali per facilitare il conseguimento di una prima approssimazione del gesto, le attività verbali col tempo perdono importanza.

Apprendimento motorio

Stadio verbale-cognitivo o della coordinazione grezza

La struttura del movimento corrisponde solo a grandi linee a quanto richiesto dal compito e la prestazione è scadente.

L'individuo elabora una rappresentazione mentale prevalentemente visiva, grezza e parziale, dell'azione.

Il compito viene svolto solo se le condizioni sono particolarmente favorevoli, sono frequenti gli errori, il movimento è poco economico e le sensazioni motorie confuse.

Ciò determina tensione muscolare e riduzione dei gradi di libertà del movimento.

Gli incrementi nell'apprendimento della forma base dell'azione sono inizialmente rapidi e superiori rispetto agli altri stadi.

Apprendimento motorio

Stadio verbale-cognitivo o della coordinazione grezza

Le strategie utili allo svolgimento del compito vengono ritenute, le altre scartate.

La formazione di un nuovo schema motorio è spesso favorita dal riconoscimento di similitudini con abilità già possedute.

Le condizioni iniziali devono essere facili, le difficoltà vanno introdotte gradualmente.

Modelli reali, filmati, fotografie e disegni trasmettono importanti informazioni visive facilitanti una rappresentazione immediata dell'azione da effettuare.

Le istruzioni verbali devono orientare l'attenzione sugli indizi pertinenti, per cui devono essere molto chiare, sintetiche, limitate all'essenziale e rivolte agli aspetti più rilevanti del compito.

Alle istruzioni visive e verbali deve seguire l'esecuzione reale.

Apprendimento motorio

Stadio motorio o della coordinazione fine

Molte difficoltà cognitive relate alla comprensione del compito sono superate; il problema è passare dal "che fare" al "come fare", affinare l'azione.

Nella prima fase dell'apprendimento motorio l'atto è una serie di movimenti in successione; in questa fase avviene la fusione delle singole parti in un unico insieme. Tale compattamento avverrebbe per trasferimento di abilità contenute in movimenti già appresi ad altri movimenti, non ancora appresi, appartenenti a più generali classi di azioni comuni.

I programmi motori sono perfezionati e vengono proficuamente usate le informazioni derivanti dal feedback per correggere gli errori.

L'azione migliora in precisione, costanza, fluidità, grazie anche all'incremento dell'importanza dell'**analizzatore cinestesico**, cioè del sistema di rilevazione e elaborazione delle informazioni propriocettive provenienti da muscoli, tendini e articolazioni.

La rappresentazione interna del gesto diviene più dettagliata e precisa, presenta componenti multisensoriali.

Apprendimento motorio

Stadio motorio o della coordinazione fine

L'efficacia del movimento ne riduce i costi energetici e la guida subvocale assume minore importanza.

La scoperta di regolarità negli eventi legati alla prestazione ne favorisce l'efficacia e permette lo sviluppo di capacità previsionali di **anticipazione**.

I cambiamenti sono più lenti che nella fase precedente, possono verificarsi momenti di stasi e persino di temporaneo regresso, seguiti poi da ulteriori progressi.

Il compito è svolto facilmente in condizioni favorevoli, mentre in situazioni difficili e variate o di stanchezza emergono ancora imperfezioni ed errori, con tensione dei muscoli antagonisti e riduzione dei gradi di libertà del movimento.

È importante modificare sistematicamente, ma con gradualità, i fattori di variabilità.

Le sensazioni cinestesiche dettagliate possono essere verbalizzate e collegate alle istruzioni e alle spiegazioni verbali e visive.

È importante introdurre un'analisi introspettiva delle caratteristiche tecniche esecutive, la descrizione delle percezioni soggettive, che si collegano con le informazioni derivate dall'analizzatore cinestesico, approfondendo ²⁵ la conoscenza del movimento.

Apprendimento motorio

Stadio autonomo o della disponibilità variabile

Dopo molta pratica, si giunge alla fase in cui i programmi motori sono ben sviluppati e in grado di controllare accuratamente l'azione.

Il compito viene svolto con sicurezza, eseguito in maniera coordinata ed efficace anche in situazioni difficili, variate, inabituali e impreviste, con maggiore tolleranza alla stanchezza.

Le sensazioni motorie sono molto precise e dettagliate, anche se non necessariamente coscienti, possono essere collegate agevolmente con spiegazioni verbali.

Si è formata una ricca rappresentazione interna multisensoriale dell'azione ideale, che consente un confronto preciso e utile alla correzione degli errori.

Il linguaggio interno non è più necessario per guidare l'azione, anzi, un'analisi eccessivamente particolareggiata tende a danneggiare l'azione automatizzata (***paralisi per analisi***).

Istruzioni interne sintetiche e specifiche sono comunque utili per agevolare attività cognitive superiori agendo, ad esempio, come stimoli mnestici per rievocare particolari azioni e strategie di gara.

Apprendimento motorio

Stadio autonomo o della disponibilità variabile

Tipica di questa fase è l'automatizzazione di molte operazioni mentali, dalla percezione all'esecuzione, in modo da distogliere risorse attentive all'azione motoria; i minori costi attentivi permettono un'analisi sensoriale rapida e precisa delle informazioni ambientali e lo svolgimento di attività cognitive decisionali, di anticipazione delle difficoltà, di controllo stilistico dell'esecuzione.

Gli incrementi di prestazione sono molto lenti e conseguiti con fatica. Sono sempre possibili miglioramenti tecnici e nella costanza di mantenimento di una prestazione elevata. Parallelamente alla stabilizzazione della tecnica va ricercata la diversificazione del repertorio comportamentale: la variabilità delle situazioni arricchisce il bagaglio soggettivo di esperienze.

È quindi molto importante variare molto le proposte, anche introducendo difficoltà aggiuntive e creare disturbi simili e superiori a quelli che si riscontrano in gara.

Apprendimento motorio

Stadio 1: coordinazione grezza

- Compito svolto solo in condizioni molto favorevoli
- Errori frequenti e scarsa economia del movimento
- Sensazioni motorie confuse
- Prevale l'informazione visiva
- Comprensione del compito a grandi linee
- Programmazione, anticipazione e rappresentazione del movimento poco precise
- Tensione dei muscoli antagonisti e riduzione dei gradi di libertà nel movimento

Stadio 2: coordinazione fine

- Compito svolto facilmente in condizioni molto favorevoli
- Esecuzione corrispondente al modello tecnico (in condizioni favorevoli)
- Sensazioni motorie più precise
- Importante la componente cinestesica
- Elaborazione verbale dettagliata
- Programmazione, anticipazione e rappresentazione del movimento più precise
- Tensione dei muscoli antagonisti e riduzione dei gradi di libertà nel movimento solo in condizioni difficili

Stadio 3: disponibilità variabile

- Compito svolto con sicurezza anche in condizioni difficili e variate
- Esecuzione perfettamente coordinata (anche in condizioni difficili)
- Sensazioni motorie esatte
- Informazione cinestesica raffinata
- Forti legami tra sensazioni motorie e linguaggio
- Programmazione, anticipazione e rappresentazione del movimento dettagliate
- Liberazione di tutti i gradi di libertà anche in condizioni difficili e impreviste
- L'attenzione può essere distolta dall'esecuzione

Apprendimento motorio

Procedure metodologiche

Per agevolare e ottimizzare i processi di apprendimento sono state studiate specifiche procedure metodologiche.

Formulazione degli obiettivi: goal-setting

È un'importante strategia motivazionale. L'obiettivo è uno specifico standard di abilità da conseguire in diversi archi di tempo: a *breve*, a *medio* e a *lungo termine*.

Gli obiettivi consentono di individuare competenze e comportamenti specifici necessari per il compito e costituiscono un riferimento per il confronto tra prestazione attuale e desiderata.

Per essere realmente efficaci devono essere chiari e comprensibili, descrivere un'attività identificabile attraverso un comportamento osservabile, indicare le condizioni in cui deve manifestarsi, e il livello della prestazione accettabile.

Procedure metodologiche

Formulazione degli obiettivi: goal-setting

4 aspetti influiscono positivamente sulla prestazione:

1. Obiettivi difficili sono più efficaci di quelli facili, finché il livello di difficoltà è mantenuto entro limiti ragionevoli e realistici, in modo da costituire una sfida piacevole per il miglioramento della prestazione;
2. Obiettivi chiaramente delineati;
3. Informazioni sui risultati conseguiti potenziano gli effetti positivi del goal-setting agendo come incentivi motivazionali e segnalazione per la correzione di errori;
4. La partecipazione attiva del soggetto alla scelta degli obiettivi.

Procedure metodologiche

Formulazione degli obiettivi: goal-setting

Vanno stabiliti sia obiettivi **quantitativi** che **qualitativi**. Gli obiettivi quantitativi sono rappresentati da tempi, misure, percentuali di realizzazione, etc; gli obiettivi qualitativi possono essere stabiliti definendo criteri di accettabilità in parametri esecutivi quali, ad esempio, fluidità, precisione e ampiezza del movimento.

Per un corretto goal-setting bisogna:

1. Individualizzare gli obiettivi in relazione a esperienza, personalità, ritmi di apprendimento e capacità soggettive.
2. Identificare obiettivi significativi coinvolgendo il soggetto nella loro formulazione.
3. Stabilire obiettivi specifici e, se possibile, quantificabili, o comunque riconducibili a una valutazione più possibile oggettiva.
4. Formulare obiettivi difficili ma realistici.

Procedure metodologiche

Formulazione degli obiettivi: goal-setting

5. Delimitare termini temporali per obiettivi a breve, medio e lungo termine.
6. Porre l'accento su obiettivi di prestazione (miglioramento tecnico esecutivo) piuttosto che su obiettivi di risultato (vincere una gara), più difficilmente controllabili.
7. Formulare gli obiettivi in termini positivi e quindi su ciò che va fatto piuttosto che in termini negativi cioè dicendo ciò che va evitato.
8. Progettare strategie per il conseguimento degli obiettivi.
9. Effettuare in maniera sistematica una valutazione degli obiettivi.

La scelta di obiettivi appropriati a) focalizza l'attenzione, b) regola lo sforzo profuso nell'attività, c) aumenta la perseveranza perché l'impegno continua finché gli obiettivi non vengono raggiunti, d) promuove lo sviluppo di nuove strategie per migliorare la prestazione.

Procedure metodologiche

La presentazione del compito

Le informazioni fornite al soggetto prima dell'esecuzione pratica sono finalizzate a facilitare la comprensione del compito e a sviluppare la rappresentazione mentale del gesto e di un piano d'azione.

La rappresentazione interna dell'azione, gradualmente perfezionata, costituisce lo standard con cui confrontare l'atto reale, consente l'anticipazione delle conseguenze sensoriali esteroceettive e propriocettive prodotte dal movimento (*schema di riconoscimento*).

L'idea iniziale del movimento viene trasmessa attraverso istruzioni **verbali**, **visive** e **cinestesiche**.

Procedure metodologiche

La presentazione del compito

Le informazioni **verbali** sono utilizzate per comunicare gli obiettivi da conseguire, le difficoltà da affrontare, gli errori da correggere, le sensazioni da percepire, gli stimoli cui prestare attenzione. Vantaggi sono la semplicità e l'immediatezza, i limiti sono la difficoltà da parte dell'emittente di descrivere le sensazioni propriocettive del movimento e da parte del ricevente la decodificazione delle informazioni verbali per tradurle in immagini e sensazioni. Per cui le istruzioni verbali, oltre a essere chiaramente comprensibili devono essere:

- collegate immediatamente all'esperienza pratica,
- limitate agli aspetti prioritari dell'esecuzione,
- modificate al progredire dell'apprendimento.

Evitare anche spiegazioni prolungate, che sovraccaricano di informazioni e limitano il tempo dell'esercitazione.

Procedure metodologiche

La presentazione del compito

Le informazioni visive attraverso dimostrazioni, disegni, fotografie, filmati, sono molto utili per trasmettere in modo immediato e chiaro aspetti importanti dell'azione; possono riguardare aspetti particolari del gesto tecnico oppure l'azione nella sua globalità. È però importante che attraverso le immagini si trasmettano gli aspetti rilevanti dell'esecuzione: puntualizzazioni verbali abbinate alle informazioni visive aiutano ad orientare l'attenzione sugli aspetti critici del compito.

La visione dell'errore proprio o altrui può essere utile, ma deve essere seguita dalla visione del movimento esatto accompagnato da spiegazioni che attivino nel soggetto una rappresentazione mentale corretta.

Apprendimento motorio

Procedure metodologiche

La presentazione del compito

Nell'osservazione di un'altra persona impegnata nel compito (**modeling**), è cruciale la correttezza esecutiva del modello, perché i soggetti imitano ciò che il dimostratore effettua, compresi gli errori. Attraverso il modeling vanno forniti gli elementi chiave del movimento, le informazioni realmente importanti per una corretta esecuzione, e ciò può essere fatto:

- dimostrando gli elementi salienti di un gesto,
- dirigendo l'attenzione su alcune sue componenti,
- offrendo spiegazioni,
- modificando e scegliendo le prospettive più adeguate.

Più è accurata la rappresentazione delle caratteristiche dell'azione da imitare, quali struttura temporale, ampiezza, direzione e sequenza di movimenti, e migliore sarà la riproduzione susseguente.

Le informazioni che il soggetto riceve osservando una dimostrazione sono decodificate e trasformate in una rappresentazione cognitiva, che agisce da modello interno nella produzione della risposta e costituisce uno standard su cui confrontare il feedback dell'azione per aggiustamenti correttivi.

Procedure metodologiche

La presentazione del compito

Le istruzioni trasmettono dimensioni cognitive del movimento, mentre aspetti non cognitivi, come la tensione muscolare, la graduazione fine della contrazione, aggiustamenti posturali automatizzati, non possono essere trasmessi efficacemente a livello verbale o visivo.

Informazioni **propriocettive** (**cinestesiche** e **vestibolari**) sono presenti durante l'azione reale, ma possono essere ulteriormente ricercate e ampliate con l'assistenza diretta o con l'impiego di sussidi esterni (es. nel nuoto, tavolette, braccioli, etc.), finalizzato a ridurre gli errori esecutivi, facendo sentire il movimento corretto e minimizzando le fonti di pericolo in attività rischiose; sono utili in particolare nelle prime fasi dell'apprendimento in cui il soggetto deve sviluppare un'idea di ciò che deve compiere.

Procedure metodologiche

La presentazione del compito

Attenzione però al fatto che le guide tendono a suscitare una dipendenza eccessiva dagli aiuti esterni, e, di conseguenza, a minimizzare i processi personali di elaborazione delle informazioni e di risoluzione del compito; provocano inoltre la modifica del pattern di movimento, al punto che ne può risultare un'azione completamente diversa.

È quindi opportuno utilizzare le guide esterne solo quando necessario e per breve tempo, stimolando piuttosto a formazione di una guida autonoma basata sulle risorse personali.

Procedure metodologiche

L'esecuzione

Variabile fondamentale per l'apprendimento motorio è la pratica sul compito: gli atleti di alto livello spendono tantissimo tempo ed energie ripetendo i gesti tipici della loro disciplina.

Non esistono alternative all'enorme quantità di esercitazioni necessarie per ottenere una performance elevata, anche se vi sono proposte pratiche che agevolano e ottimizzano i processi di acquisizione, perché accanto alla quantità di esercitazione si deve considerare la sua qualità.

A tale proposito, sono fondamentali: ***la variabilità della pratica, l'interferenza contestuale, la distribuzione della pratica, la pratica mentale, il transfer.***

Procedure metodologiche

L'esecuzione

La **variabilità della pratica** è fondamentale perché un ampio bagaglio di esperienze percettivo-motorie conseguito in età giovanile è la base per l'ulteriore acquisizione e i progressi e le specializzazioni nell'età adulta; le tecniche sportive derivano dagli schemi motori di base sviluppati negli anni dell'infanzia (correre, saltare, colpire, lanciare, etc.). La variabilità, oltre a costituire una pluralità di esperienze, va anche intesa come molteplicità di proposte relativamente ad uno stesso programma motorio.

Ad esempio, passare una palla durante un'azione di gioco significa adattare il gesto alle caratteristiche situazionali modificandone alcuni parametri di superficie, senza cambiare le caratteristiche invarianti profonde, come la struttura temporale e la sequenza dei movimenti.

Attraverso esercitazioni variate, diversificando cioè i parametri di forza, direzione, velocità, distanza, all'interno di uno stesso programma motorio, si consegue uno schema di movimento più preciso, una classe di azioni adattabile a eventi mutevoli anche mai precedentemente sperimentati.

Apprendimento motorio

Procedure metodologiche

L'esecuzione

L'**interferenza contestuale** (o **pratica random**) prevede che, dovendo insegnare più abilità, si considerino più abilità nella stessa sessione di allenamento, alternandole tra loro in modo casuale o sequenziale, creando, appunto interferenza contestuale. È stato dimostrato che l'interferenza, introducendo delle difficoltà, ha effetti migliori sulla ritenzione e il trasferimento delle prestazioni, cioè sull'acquisizione dell'abilità in modo stabile e trasferibile, rispetto ad un tipo di pratica per blocchi, in cui si propone una singola abilità, o più abilità una dopo l'altra nella stessa seduta, richiedendo molte ripetizioni della stessa.

La prestazione in situazioni di alta interferenza contestuale procede lentamente e con difficoltà, in quanto il soggetto è forzato a generare e recuperare continuamente le soluzioni al problema motorio: sono queste operazioni cognitive che, proprio perché dispendiose e "ragionate" determinano una migliore prestazione in fase di ritenzione e di transfer.

Inoltre, con la pratica random vengono proposte situazioni di difficoltà maggiormente simili a quelle di gara.

Procedure metodologiche

L'esecuzione

L'interferenza contestuale causa anche un continuo confronto e contrasto tra più attività, nelle quali il soggetto scopre più facilmente somiglianze e differenze, determinando quindi elaborazioni più profonde, con rappresentazioni mnestiche più chiare e significative.

Attenzione però che situazioni di elevata interferenza vanno proposte solo quando il soggetto ha superato la prima fase di apprendimento, cioè quando il gesto è già stato acquisito con una certa approssimazione.

È utile quindi unire la pratica random con la variabilità della pratica, proponendo quindi sia programmi diversi, ad esempio, passaggi e tiri in porta, ma anche diversificandone i parametri, cambiando le situazioni e variando, ad esempio, velocità e direzione dei tiri.

Procedure metodologiche

L'esecuzione

La distribuzione della pratica riguarda il fatto che nell'organizzazione delle sedute di apprendimento è importante pianificare le durate temporali delle fasi di attività e di pausa e la loro scansione.

Si può distinguere tra pratica **ammassata** e pratica **distribuita**; nella prima sono previsti brevi periodi di riposo, ed è vantaggiosa per l'apprendimento di abilità discrete, come i lanci e i salti, la pratica distribuita prevede pause più lunghe ed è più vantaggiosa per le abilità continue, come il nuoto, sia in fase di prestazione immediata che di ritenzione, rendendo possibile il recupero di energie fisiche e quindi riducendo gli effetti negativi della fatica.

In ogni caso, occorre trovare un giusto equilibrio tra attività e recupero, per massimizzare i tempi di esecuzione senza che si manifesti un eccessivo affaticamento. I momenti di sosta possono essere usati per analizzare la prestazione in toto o le sue parti.

Procedure metodologiche

L'esecuzione

Accanto all'analisi della prestazione, è molto utile la **pratica mentale** (o **imagery**) cioè ripetere mentalmente le abilità su cui si sta lavorando: il soggetto pensa a ciò che deve fare, immagina la sequenza delle azioni da svolgere e ne vede il risultato finale. Si tratta sostanzialmente della ripetizione immaginativa di un compito o un'abilità, in assenza di movimento osservabile, include ogni forma di pratica interna o ripetizione simbolica, per mezzo di immagini e pensieri sulla prestazione.

Attraverso la pratica mentale il soggetto può anticipare un'azione o una strategia, raffigurarsi le difficoltà, le caratteristiche e le richieste del compito, oppure rivivere mentalmente le varie fasi di un gesto appena svolto, rilevando gli errori, rievocando l'esecuzione corretta da stabilizzare in memoria.

Procedure metodologiche

L'esecuzione

La **pratica mentale**, finalizzata all'apprendimento motorio, svolge funzioni:

- programmatorie**, nell'anticipare l'immagine ideale dell'azione,
- alleni**, nel perfezionare e stabilizzare il gesto,
- regolatorie**, nel controllare e correggere il movimento.

Gli effetti positivi dell'allenamento mentale sono attribuibili al fatto che durante il movimento immaginato si verificano a livello neuromuscolare dei deboli pattern di attivazione simili a quelli che si generano durante l'azione reale (*teoria psiconeuromuscolare*); più chiare e precise sono le immagini della ripetizione mentale, maggiormente sarà attivato il programma motorio corrispondente.

Inoltre, la pratica mentale rafforza gli aspetti simbolici e cognitivi dell'azione; l'immagine favorisce la comprensione e l'acquisizione del movimento, ed aiuta a controllarne la modifica.

Procedure metodologiche

L'esecuzione

Attraverso la rappresentazione interna l'atleta può:

- prevedere gli aspetti sequenziali dell'azione,
- considerare le caratteristiche spaziali dell'abilità,
- chiarire gli obiettivi,
- anticipare i problemi,
- identificare strategie efficaci di esecuzione.

L'azione così preparata mentalmente viene poi svolta in modo sempre più familiare ed automatico.

Le immagini sono tanto più efficaci quanto più sono vivide, facilmente sottoponibili a un'ispezione consapevole, stabili, controllabili.

Le immagini devono essere multisensoriali, coinvolgendo quindi sensazioni visive, tattili, cinestesiche, vestibolari, uditive: immagini qualitativamente simili alle percezioni reali attivano sensazioni più facilmente trasferibili alla situazione concreta.

Apprendimento motorio

Procedure metodologiche

L'esecuzione

Per facilitare la formazione di immagini chiare e modificabili è utile prendere coscienza delle percezioni che derivano dal movimento e osservare atleti esperti.

È molto importante la correttezza delle immagini e la rappresentazione degli esiti positivi dell'azione, perché se viene ripetuta mentalmente l'azione scorretta o sono rappresentati esiti negativi dell'azione, si determina un deterioramento della performance e si ostacola l'apprendimento.

Per quanto riguarda la correttezza dell'azione, è importante anche l'aspetto della fedeltà temporale.

L'effetto perturbante delle visualizzazioni ad esito negativo può essere imputabile all'interferenza delle immagini con il programma motorio corretto, nonché possono causare diminuzione nella fiducia, nella concentrazione e nella motivazione.

Apprendimento motorio

Procedure metodologiche

L'esecuzione

Importante è anche la ***direzione*** dell'immaginazione: la ripetizione ***interna***, cioè come se si stesse realmente eseguendo l'azione è migliore della ripetizione ***esterna***, cioè come se ci si vedesse in un filmato, perché con la ripetizione interna si attivano sia le sensazioni visive ma anche quelle cinestesiche, nonché la prospettiva è più simile a quella che realmente ha l'atleta durante l'esecuzione reale.

È chiaramente sensato usare comunque entrambi i tipi di immaginazione.

L'immaginazione interna è più adatta quando sono presenti elevate componenti cinestesiche, come negli sport tecnico-compositori, mentre è più produttiva l'immaginazione esterna negli sport di situazione.

Ai fini dell'apprendimento e del perfezionamento del gesto tecnico è ottimale alternare pratica motoria e pratica mentale, che si può eseguire, ad esempio, nelle pause di recupero.

La rappresentazione mentale può anche essere rivolta a dettagli parziali dell'azione, ma è *più rilevante considerare la ***globalità*** dell'azione, dal suo inizio alla fine.*

Procedure metodologiche

L'esecuzione

Il **transfer** alla competizione di quanto acquisito durante la preparazione, tramite le diverse procedure metodologiche fin ora descritte, è l'obiettivo di ogni allenatore.

Il transfer è **positivo** quando l'apprendimento di un compito è facilitato da precedenti acquisizioni, **negativo** quando il nuovo compito è danneggiato dal primo, **nullo** quando tra le due attività non vi è né facilitazione né interferenza.

Il transfer è tanto più positivo quanto più le condizioni di esercitazione sono simili a quelle di gara.

Teorie dell'apprendimento motorio

In generale, si assume che il processo di apprendimento motorio è conseguenza dell'acquisizione di una più corretta rappresentazione dell'azione.

La rappresentazione interna dell'attività motoria può riferirsi sia allo specifico movimento appreso che a una più generale classe di azioni cui il movimento appartiene; nel primo caso il rapporto tra rappresentazione ed esecuzione dell'azione è uno a uno (*teoria di Adams, 1971*), nel secondo è uno a molti (*teoria di Schmidt, 1975*).

Apprendimento motorio

Teorie dell'apprendimento motorio

Teoria di Adams

Prevede che l'atto motorio si basi su 2 strutture:

- la **traccia mnestica**
- la **traccia percettiva**

La traccia mnestica servirebbe a selezionare e dare avvio al movimento a seguito di un atto di volontà.

Il movimento sarebbe poi controllato e modificato tramite la traccia percettiva, che fa il confronto tra il movimento voluto e il movimento effettuato.

La traccia percettiva si forma attraverso i feedback interni ed esterni del movimento.

Secondo Adams nelle prime fasi dell'apprendimento motorio la percezione del movimento rappresenta il feedback privilegiato per la costruzione della traccia percettiva mentre con l'aumentare della pratica il controllo percettivo si rende sempre meno necessario e la traccia percettiva diviene un tipo di immagine motoria paragonabile alle immagini visive depositate in memoria.

La traccia mnestica è deputata al ricordo-richiamo del movimento, la traccia percettiva serve al riconoscimento del movimento in atto.

Attraverso il ricordo-richiamo la traccia mnestica permette di iniziare il movimento, mentre la traccia percettiva mette in atto un processo di riconoscimento e ne valuta la correttezza rispetto al movimento voluto.

Apprendimento motorio

Teorie dell'apprendimento motorio

Teoria di Adams

Secondo la teoria di Adams l'apprendimento motorio si compone di 2 stadi:

- stadio **verbale-motorio**
- stadio **motorio**

Il primo avrebbe luogo durante i primi tentativi di apprendimento e sarebbe caratterizzato da un controllo verbale conscio e da un alto numero di errori di esecuzione. Il soggetto non ha ancora sufficiente esperienza delle conseguenze del proprio movimento e deve basarsi sulla percezione dei risultati della propria azione per decidere se è corretta o meno. Con le ripetizioni e la pratica la conoscenza del risultato diviene sempre meno necessaria e la traccia percettiva può formarsi solo sulla base dei feedback cinestesici.

Questa trasformazione si osserva nelle abilità sportive in cui l'atleta esperto valuta la correttezza della sua azione tralasciando l'informazione visiva e basandosi invece su indici tattili e acustici, che nelle prime fasi di apprendimento non erano in grado di fornire informazioni sulla prestazione, come ad esempio un tennista esperto è in grado, dal tipo di vibrazione della racchetta o dal suono derivante dal contatto con la pallina, di valutare l'efficacia del movimento molto prima che il feedback visivo gli trasmetta⁵² la traiettoria della palla.

Apprendimento motorio

Teorie dell'apprendimento motorio

Teoria di Adams

Raggiunto lo stadio motorio la traccia percettiva si consolida e diviene una rappresentazione interna del movimento. A questo livello l'abilità motoria è acquisita nelle linee generali e la pratica serve a migliorare la prestazione. La traccia percettiva è consistente e resistente al decadimento, come, per esempio, l'apprendimento delle abilità motorie necessarie ad andare in bicicletta può essere lungo e difficoltoso, ma una volta raggiunto un buon livello di prestazione si può guidare senza mani e anche lunghi periodi di inattività non dovrebbero far perdere la capacità di guida.

Critiche:

-Se la traccia mnestica è necessaria per iniziare il movimento, ma si forma dopo un numero elevato di ripetizioni di quel movimento, come si possono effettuare movimenti mai fatti in precedenza?

-È difficile pensare che esistano tante tracce mnestiche quanti sono i movimenti possibili.

Questo rapporto uno a uno tra rappresentazione ed esecuzione dell'azione è stato modificato in un rapporto uno a molti da Schmidt (1975).

Apprendimento motorio

Teorie dell'apprendimento motorio

Teoria di Schmidt

Si basa sul concetto di **schema**, introdotto in psicologia da Bartlett (1932), definito come una regola generale che rappresenta tutte le relazioni tra le diverse variabili oggetto del movimento.

Risolve i problemi della teoria precedente ipotizzando un processo generativo che, a partire da movimenti della stessa categoria, è in grado di fornire una regola che può essere applicata a tutti i movimenti della categoria.

Lo schema quindi sarebbe formato da un insieme di principi che fungono da istruzioni per la produzione prototipica di movimenti.

4 tipi di informazioni motorie che il soggetto immagazzina durante l'esecuzione del movimento:

1. parametri specifici. Al termine del movimento vengono immagazzinati i valori delle variabili come durata, forza, etc.

2. risultato. La memorizzazione dei risultati positivi e negativi aumenta l'informazione riguardo alla correttezza dei valori delle variabili impiegate nell'esecuzione del movimento.

3. conseguenze sensoriali. Una copia esatta delle afferenze propriocettive ed estero-cettive conseguenti al movimento viene memorizzata.

4. condizioni di partenza. Vengono immagazzinate le informazioni relative ai valori dei parametri di partenza; ad es., per lanciare un oggetto, occorre prima stimare il suo peso e la sua forma così come la propria posizione rispetto ad esso e all'ambiente in cui siamo.

Teorie dell'apprendimento motorio

Teoria di Schmidt

La forza delle relazioni tra gli elementi che compongono il movimento aumenta ad ogni ripetizione del movimento stesso o di uno simile.

In questo modo si sviluppa uno schema che sarà sempre più completo e articolato.

Una volta formato lo schema di una data classe di movimenti le abilità motorie rappresentate in esso possono essere trasferite a movimenti nuovi favorendo l'apprendimento motorio.

Ovviamente il trasferimento di abilità a movimenti nuovi sarà tanto maggiore quanto più sono somiglianti a quelli già appresi.

Teorie dell'apprendimento motorio

Imagery e neuroni specchio

L'***imagery motoria*** consiste in una sorta di attivazione subliminale del sistema motorio.

Decety (1996) la definisce come uno stato dinamico in cui le rappresentazioni di un dato atto motorio sono richiamate internamente nella memoria di lavoro, senza che questo porti a un output motorio.

La differenza tra *immagini mentali* e *immagini mentali motorie* è che nel primo caso si formano immagini di oggetti, individui, situazioni, nel secondo ci immaginiamo di stare facendo qualcosa, di eseguire un movimento, di compiere un'azione. Inoltre, l'imagery motoria non riguarda solo il mondo che ci circonda ma include una rappresentazione di noi stessi.

L'imagery motoria è un tipo di immaginazione mentale coinvolto nel produrre movimenti, nell'immaginare azioni, nell'imparare mentre si osserva, nel comprendere il comportamento altrui e nel riconoscere artefatti immaginando la loro possibile funzione.

Teorie dell'apprendimento motorio

Imagery e neuroni specchio

L'imagery motoria consiste quindi nel creare o ricreare una esperienza che coinvolge caratteristiche quasi-percettive, quasi-affettive, sotto il controllo della persona che immagina.

Si può misurare tramite test di vividezza immaginativa.

La **teoria psiconeuromuscolare** (Jacobson, 1930) afferma che l'imagery produce attività muscolare specifica, piccola ma identica a quella presente nell'esercizio fisico.

La **teoria dell'equivalenza funzionale** (Jeannerod, 1994; Decety, 1996) afferma che immagine e movimento reclutano strutture o processi comuni, quindi la preparazione di una azione reale o immaginata sarebbe identica.

Nell'imagery aumenterebbe l'attività di un circuito neurale centrale responsabile dell'azione, e l'aumento che si osserva nell'EMG durante l'imagery sarebbe un effetto dell'apprendimento.

Teorie dell'apprendimento motorio

Imagery e neuroni specchio

Spiegazioni legate a stati psicologici si riferiscono a concetti come:

- **Arousal** (attivazione)

- l'imagery aiuta a trovare il livello giusto di arousal, da qui il miglioramento della performance

- **Motivazione, auto-efficacia** (Bandura, 1977)

- il training con imagery stimola gli atleti e ne aumenta la motivazione

- immaginarsi compiere una performance con successo rinforza e accresce le aspettative di successo

Teorie dell'apprendimento motorio

Imagery e neuroni specchio

- 2 modalità di imagery:
 - visiva (“vedere” il movimento)
 - cinestetica (“sentire” il movimento)
- 2 prospettive:
 - interna
 - esterna

Dati sperimentali sembrano dimostrare che per ottenere la massima efficacia è utile combinare prospettive e modalità diverse.

Teorie dell'apprendimento motorio

Imagery e neuroni specchio

Classici esperimenti sulle immagini mentali sono stati replicati con l'imagery mentale, e si è visto che il tempo richiesto per immaginare un movimento è uguale a quello del movimento effettivamente eseguito e che più è complessa l'azione richiesta più tempo richiede per essere sia immaginata che eseguita. Si può quindi ipotizzare che i meccanismi alla base della simulazione mentale motoria siano analoghi a quelli alla base dell'esecuzione dei movimenti.

Le basi neurali dei processi di imagery motoria sono da ricercarsi nel **sistema dei neuroni specchio**.

Studi con la risonanza magnetica funzionale (fMRI) e con la stimolazione magnetica transcranica (TMS) indicano una presenza di attivazione corticale durante processi immaginativi, anche se inferiore a quando i movimenti vengono effettivamente eseguiti.

Il sistema mirror

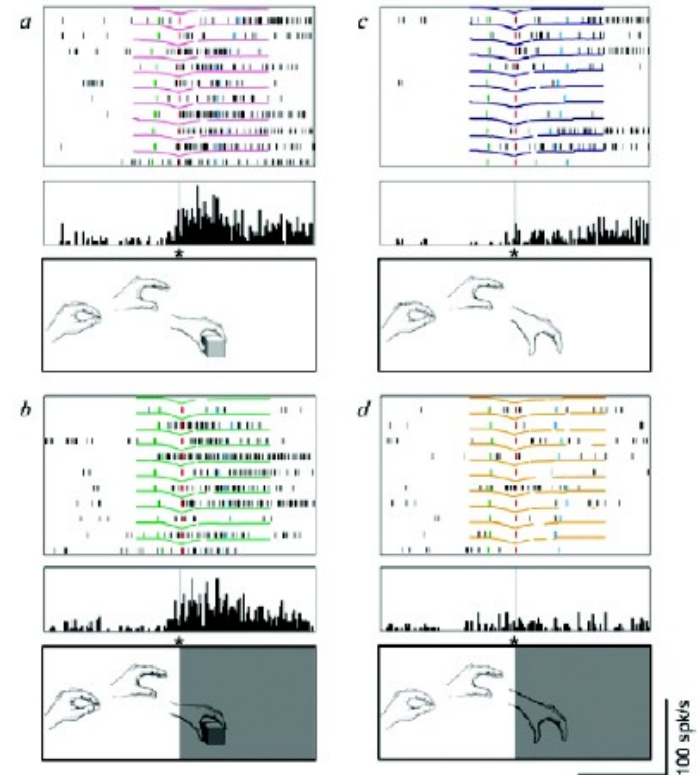
L'area premotoria F5 fa parte di un sistema detto **mirror**, che contiene neuroni che rispondono durante l'esecuzione di movimenti di afferramento, anche quando questi movimenti sono compiuti da altri individui.

Per questo vengono chiamati **neuroni specchio**.

La loro esistenza è stata rilevata per la prima volta verso la metà degli anni '90 dal gruppo di ricerca di Giacomo Rizzolatti presso il dipartimento di neuroscienze dell'Università di Parma.

Per ottenere attivazione nei neuroni mirror è necessario che l'azione sia *finalizzata* all'afferramento dell'oggetto.

In questo caso i neuroni rispondono anche quando il movimento effettivo *non è visibile*.



Il sistema mirror

I neuroni specchio, più in generale, sono neuroni specifici che si attivano sia quando si compie un'azione sia quando la si osserva mentre è compiuta da altri (in particolare conspecifici).

I neuroni dell'osservatore "rispecchiano" quindi il comportamento dell'osservato, come se stesse compiendo l'azione egli stesso.

Non è necessaria un'effettiva interazione con gli oggetti: i neuroni-specchio si attivano anche quando l'azione è semplicemente mimata.

Sono stati individuati nei primati, in alcuni uccelli e nell'uomo. Nell'uomo, oltre ad essere localizzati in aree motorie e premotorie, si trovano anche nell'area di Broca e nella corteccia parietale inferiore. Ramachandran ha scritto un saggio sulla loro importanza potenziale nello studio dell'imitazione e del linguaggio.

Il sistema umano dei neuroni specchio codifica atti motori transitivi e intransitivi, è cioè capace di codificare sia il tipo di azione che la sequenza dei movimenti di cui essa è composta. Anche se il loro ruolo primario rimane quello di comprendere le azioni altrui, il contesto umano è evidentemente più complesso.



Teorie dell'apprendimento motorio

Imagery e neuroni specchio

È comunque dimostrato che anche l'immaginazione motoria favorisce l'apprendimento motorio.

Per esempio, Nyberg et al. (2006) hanno dimostrato che due gruppi di soggetti in cui uno si doveva esercitare per una settimana a tamburellare una certa sequenza motoria con le dita, l'altro doveva esercitarsi solo immaginandola, al termine entrambi i gruppi avevano migliorato la prestazione specifica e il gesto più in generale.

Sembra quindi probabile che le pratiche di natura osservativa migliorino la prestazione motoria tramite meccanismi simili a quelli utilizzati durante il training fisico.

Apprendimento motorio

Movimento e imitazione

Per **emulazione** si intende il fatto che gli individui, grazie all'osservazione di azioni, apprendono proprietà degli oggetti e dell'ambiente senza necessariamente apprendere le azioni stesse. Es. vedere qualcuno rompere il guscio di un frutto sconosciuto e mangiarne l'interno ci insegna che quel frutto è commestibile, non la sequenza esatta di azioni per aprirlo.

Per **imitazione** si intende l'apprendimento di azioni e l'acquisizione del modo in cui svolgerle. Si limita quindi ai casi in cui si copiano azioni altrui apprendendo il metodo necessario al loro svolgimento.

L'imitazione quindi prevede le seguenti fasi:

- osservare qualcuno che compie un movimento o azione
- individuare un piano per agire
- implementare e specificare il piano
- eseguire l'atto o l'azione

L'imitazione coinvolge quindi la visione, la pianificazione e il controllo motorio.

Movimento e imitazione

Il fenomeno dell'**imitazione implicita** (***covert***) è correlato con l'*effetto camaleonte* (Chartrand e Bargh, 1999) e l'*effetto del contagio emozionale* (Hartfield et al., 1994) in cui si tende automaticamente e involontariamente a imitare la mimica facciale, i gesti, la postura, il tono di voce dell'interlocutore.

Le basi neurali si trovano nei neuroni specchio, anche se ciò non spiega perché tendiamo a imitare in modo automatico e non intenzionale i nostri conspecifici.

Una spiegazione potrebbe stare nel fatto che serve a facilitare lo sviluppo di forme di imitazione intenzionali ed esplicite, rendendo più facile il comportamento imitativo. La capacità imitativa aumenta la coesione dei gruppi, segnalando affiliazione e facilitando l'empatia tra individui.

Apprendimento motorio

Movimento e imitazione

Secondo una seconda ipotesi l'imitazione non intenzionale aiuterebbe a comprendere le azioni altrui attraverso un processo di simulazione mentale interna. Secondo alcuni questo processo porterebbe a comprendere anche le intenzioni e gli obiettivi che stanno dietro le azioni che vediamo, contribuendo a formare una teoria della mente che ci consente di inferire e comprendere gli stati mentali altrui. Pertanto nel cervello dell'osservatore non sarebbe solo riprodotto il pattern motorio che si osserva ma anche gli effetti che l'azione comporta, consentendo di inferire gli scopi, le intenzioni e gli stati mentali che hanno indotto a generare l'azione.

Un'ulteriore proposta prevede che l'imitazione non intenzionale consista in un sistema definito di *emulazione percettiva*, che registrerebbe in tempo reale il comportamento altrui con la funzione di colmare eventuali lacune o informazioni ambigue e di consentire di reagire velocemente agli stimoli. Questa idea è centrata non sulla comprensione dell'azione ma sulla percezione dell'azione, con funzione predittiva, aiutando quindi il processo percettivo mentre si svolge e anticipandone gli effetti.

Movimento e imitazione

Principali teorie

2 tipologie:

- teorie che postulano l'esistenza di un solo processo
- teorie duali, che postulano l'esistenza di due processi

Movimento e imitazione

Teorie che postulano l'esistenza di un solo processo

Teoria del matching diretto (Butterworth, 1990; Prinz, 2002)

Un circuito neurale specializzato connetterebbe direttamente le azioni osservate con i comandi motori, inducendo a produrre azioni simili a quelle osservate.

Ciò che percepiamo attiva automaticamente una risposta (stretto legame tra percezione e azione).

L'osservazione di azioni attiva un meccanismo di risonanza o simulazione mentale che costituisce la base cognitiva dell'imitazione.

Si trova nei comportamenti imitativi dei neonati umani e di alcune specie animali.

Apprendimento motorio

Movimento e imitazione

Teorie che postulano l'esistenza di un solo processo

Teoria AIM (Active Intermodal Matching) (Meltzoff e Moore, 1977)

Esisterebbe un sistema sovramodale (cioè indipendente da una modalità specifica come quella percettiva o motoria) innato, che tramite una codificazione delle azioni unificherebbe l'osservazione e l'esecuzione degli atti motori. Già i neonati infatti sono in grado di imitare i movimenti manuali e facciali, la capacità di imitare sarebbe quindi innata.



Movimento e imitazione

Teorie duali, che postulano l'esistenza di due processi

Teoria dell'imitazione basata su scopi (Bekkering et al., 2000; Tessari e Rumiati, 2004)

Parte da concetti espressi nella **teoria ideomotoria** sulla relazione tra percezione e azione.

Secondo questa teoria, alla base dell'agire vi è sempre uno scopo, l'intenzione di modificare l'ambiente che ci circonda e di modificare gli eventi presenti in esso. Gli stimoli che percepiamo possono essere considerati eventi che hanno luogo nell'ambiente e le azioni che compiamo rappresentano altri eventi.

Maggiore è la somiglianza tra azioni che osserviamo e quelle comprese nel nostro repertorio di azioni possibili più si attivano dei codici comuni.

Lo sbadiglio è contagioso...

Riconosciamo però meglio le nostre azioni rispetto a quelle altrui perché ognuno esegue i movimenti in modo diverso (camminare, scrivere, ...).

Apprendimento motorio

Movimento e imitazione

Teorie duali, che postulano l'esistenza di due processi

Teoria dell'imitazione basata su scopi (Bekkering et al., 2000; Tessari e Rumiati, 2004)

Secondo questa teoria si acquisiscono prima associazioni bidirezionali tra movimenti e loro effetti, integrando così codici percettivi e motori che si attivano automaticamente e in modo reciproco, una volta acquisite queste associazioni, se si decide di svolgere una data azione per raggiungere un dato scopo si attivano i codici percettivi relativi allo scopo che portano ad attivare automaticamente l'azione corrispondente.

Le azioni pertanto non verrebbero esclusivamente analizzate nei loro aspetti fisici ma anche in relazione agli scopi sottostanti.

In base a questa teoria l'imitazione consiste in 2 fasi:

1. fase di decomposizione

2. ricomposizione del pattern motorio, guidata dall'interpretazione dello stesso come comportamento guidato da scopi rappresentati in modo gerarchico e, in caso di risorse limitate, vengono selezionati gli scopi superiori gerarchicamente.