

AUXOLOGIA ED ETA' EVOLUTIVA

Dott. Guido Marcangeli
C.O.N.I. - F.I.P.
Università dell'Insubria
Laurea in Scienze Motorie

AUXOLOGIA

- Scienza che studia l'accrescimento degli esseri viventi e le leggi che lo regolano.

FINALITA' DELL'AUXOLOGIA

- Rilevazione delle dimensioni corporee in senso quantitativo
- Osservazione dell'armonia dello sviluppo in senso qualitativo
- Analisi dello stato maturativo dell'individuo

- **OGNI SOGGETTO HA UNA PROPRIA CURVA DI CRESCITA, CON MODELLI INDIVIDUALI E VARIABILITA', SOPRATTUTTO PER LE STRUTTURE DEL SISTEMA SOMATICO. OGNI STRUTTURA CORPOREA HA UNA PROPRIA CURVA DI ACCRESCIMENTO, DIPENDENTE ANCHE DAL SESSO. ALLA NASCITA L'ORGANISMO E' COMPLETO, MA NON MATURO; IL SOGGETTO MENO MATURO HA PIU' TEMPO DI ACCRESCIMENTO.**

Concetto di:

1. CRESCITA : processo quantitativo (aumento di volume);
2. DIFFERENZIAZIONE : processo qualitativo;
3. MATURAZIONE : velocità di crescita, con anticipazione fisiologica di 2 anni per le femmine;
4. SVILUPPO : interessamento e relazione delle aree biologica, psicologica e sociale.

MATURAZIONE

- Cambiamenti individuali che regolano i cambiamenti dello sviluppo; distanza fisiologica dall'adulto e dalle sue dimensioni; velocità di crescita; "processo di sviluppo endogeno che completa i modelli motori esistenti dalla nascita" (Hahn); età ossea come indice di maturazione somatica (per la maturazione scheletrica le prime fasi dipendono dall'ormone della crescita, le terminali da ormoni steroidei); per la maturazione sessuale si monitora il menarca e la comparsa dei caratteri sessuali primari e secondari.

SVILUPPO

- CRESCITA (cambiamento delle dimensioni del corpo) + MATURAZIONE (sviluppo fisico e mentale fino allo stato adulto) + APPRENDIMENTO (adattamento a funzioni diverse rispetto all'ambiente durante la maturazione strutturale).

SVILUPPO

- PROCESSO GLOBALE DI CRESCITA, CON INTERAZIONE DELLE SFERE BIOLOGICA – PSICOLOGICA – SOCIALE.
- FATTORI DELLO SVILUPPO : ESTRINSECI E INTRINSECI.

I fattori dello sviluppo:

AMBIENTALI

- Psicologici
- Socio economici
- Alimentari
- Motori (sindrome ipocinetica)
- Geofisici
- Malattie prima del concepimento
- Malattie in gravidanza
- Patologie del bambino

GENETICI

- etnia
- sesso
- età genitori
- endocrini

FATTORI AMBIENTALI

- Condizioni psicologiche : possibilità di bassa statura psicosociale, associata a minore secrezione di GH.
- Carenze nutrizionali : inadeguatezza per un anno non compromette nulla, per tre anni difficile ma possibile, oltre i tre anni irreversibile.
- Condizioni socio-economiche : statura bassa e peso superiore in classi sociali basse, con condizioni igieniche pessime, lavoro minorile, alto numero di figli.
- Geofisici : sfavorevole altitudine, con altezza limitata per minore ossigeno, ma con probabile grande resistenza aerobica; tanto sole, tanta altezza – poco sole, tanta larghezza; accrescimento staturale maggiore in primavera ed estate, ponderale in autunno e inverno.

FATTORI NEUROPSICOLOGICI

PSICOAFFETTIVI :

- Motivazione
- Emozione
- Vissuto interiore
- Rapporti psicologici

COGNITIVI :

- Intelletto
- Comportamento/carattere
- Caratteristiche volitive
- Capacità mnemoniche
 - Attenzione
 - Attivazione
 - Processi mentali
- Capacità di apprendimento.

FATTORI GENETICI

- L'indice di ereditarietà è una stima; l'ereditarietà influenza la variazione di un attributo biologico se si è esposti alle normali influenze ambientali in un dato momento. Il programma ereditario di sviluppo è un orientamento, un quadro di possibilità.
- "Il numero definitivo di cellule e nuclei dei muscoli negli adulti è determinato dalla moltiplicazione in età infantile, poi prevalenza di ipertrofia; con malnutrizione, malattie, clima, igiene, ipocinesi, si ha un numero di cellule muscolari adulte, che non è potenzialmente raggiunto." (Cheek)

FATTORI GENETICI

- “Tutti i processi fisiologici hanno un tetto geneticamente determinato, con percentuali di ereditarietà.” (Klissouras)
- $\dot{V}O_2\text{max}$ per il 94 %;
- Max produzione di HL per l'81 %;
- Max F.C. per l'86 %;
- Max potenza muscolare per il 97 %;
- Tempo di riflesso rotuleo per il 93 %;
- Velocità di conduzione stimolo nervoso 83 %;
- Precisione motoria per il 79 %;
- Destrezza per l'88 %;
- Dimensioni e circonferenza di arti e peso per l'80 %;
- Statura per l'85 %.

FATTORI GENETICI

- Incidenza dei fattori genetici (Volkov – Holzinger) :
- vO_2max per il 93 %;
- Potenza anaerobica massima per l'81 %;
- F.C. max per l'85 %;
- Riflesso patellare per il 97 %;
- Velocità di reazione motoria per l'85 %;
- CPK per il 75 %;
- ATP per il 67 %;
- Risposta predeterminata all'allenamento per il 74 %;
- Statura per il 50 %.

PESO – MASSA MAGRA E GRASSA

- PESO : dipende da età, statura, alimentazione, fattori ambientali. Il peso ideale dovrebbe dipendere da peso, altezza, sesso, sport, in funzione della corretta distribuzione percentuale dei compartimenti corporei.
- MASSA GRASSA : la densità di 0.9 gr/ml è molto variabile, da 5 a 60 % del peso corporeo, dipendente da età, sesso, alimentazione, fattori genetici e razziali.
- MASSA MAGRA : peso totale meno massa grassa, circa l'85 % del peso totale, 40 % nel muscolo scheletrico (proteine per il 19.5 %, minerale osseo 8%, glicogeno 0.1%, acqua 72%).

STATURA

- Dipende dalla popolazione di appartenenza, dalla lunghezza delle ossa, ma non dall'attività sportiva praticata. La statura finale è indipendente dall'inizio della pubertà e dall'incremento staturale. La sua curva è precoce nelle femmine, stabilizzata 1-2 anni dopo nei maschi, con sorpasso staturale in pubertà. La statura individuale ha forti determinanti genetiche, e il cambiamento di statura ha anche determinanti sociali ed economiche : benessere e migliore alimentazione hanno anticipato la maturazione ossea e sessuale.
- "Formula ideale" : per i maschi $STATURA\ PADRE + (MADRE + 13) / 2$; per le femmine $STATURA\ MADRE + (PADRE - 13) / 2$. Anche : per i maschi $STATURA\ PADRE + MADRE \times 1.08 / 2$; per le femmine $STATURA\ PADRE + MADRE \times 0.923 / 2$.

FIBRE MUSCOLARI

	ST	FT a/c	FT b
Diametro motoneurone	30	40/60	70
Soglia di eccitazione	bassa	media	elevata
Diametro fibre micron	9	10/15	20
Vel. di conduzione assonica m/sec	30/40	40/90	70/120
Fr. Di scarica impulsi/sec	30 continui	90	150 a salve
Sez. fibre micron/m ²	2000/4000	2000/6000	2000/10000
affaticabilità	scarsa	scarsa	elevata
Rapporto assone/fibra	1/10 – 1/500	1/100 – 1/700	1/1000

FIBRE MUSCOLARI

- No trasformazione da ST a FT, sì da FT a ST, con trasformazione all'interno della FT.
- Bambini con FTc del 13%, adulti del 2/3 %.
- FT allenate con forza isometrica > del 25 %, con forza max, col 90 % di vo2max.
- Le FTc intermedie, tra i 12 e 14 anni (14 % dei maschi e 10 % delle femmine), possono essere trasformate con allenamento specifico, con sollecitazione delle U.M. a max frequenza di attivazione.
- Con carico minimo, si ha solo reclutamento delle ST, poi nell'ordine, aumentando la richiesta da carico medio a max, FTc – FTa – FTb. Con carico all'80 %, sia ST che FT sono sollecitate ad allenamento che dà ipertrofia.

GENETICA E CORRIDORI (Dickhut, Rocker, Schumaker, Pottgiesser)

- Per quanto riguarda la cinetica delle popolazioni, i gruppi kenioti-etiopici e quelli giamaicano-caraibici, a causa della loro posizione geografica, si sono scarsamente mescolati, risultando così una particolare stabilità di caratteristiche estreme, resistenza e sprint.

- Se esiste una base genetica per la velocità (Africa occidentale) e la resistenza (Africa orientale), ci si chiede quale vantaggio per la selezione evolutiva potrebbe averla provocata. Dalle ricerche sull'evoluzione si sa che i primati originari non erano resistenti, ma veloci : la resistenza si sarebbe sviluppata successivamente in relazione ad una probabile mutazione genetica del gene ACTN3 (Yang 2003).

- Nell'Africa orientale vantaggi selettivi potrebbero essere stati l'aridità e il modo di procurarsi cibo, che richiedeva grandi spostamenti. (Yang 2003). L'aspetto fenotipico-fisiologico appare snello, asciutto, con muscoli sottili e tendini evidenti. I corridori possiedono un BMI più basso e ottimale, grazie ad un minore volume e percentuale meno elevata di tessuto osseo nelle estremità inferiori, rispetto alla loro lunghezza (maggiore economia di corsa rispetto agli europei, ovvero maggiore velocità di corsa a parità di consumo d'ossigeno). (Billat 2003, Prommer 2009, Larsen 2009).

- Nelle zone costiere dell'Africa occidentale (zone originarie degli afro-americani – schiavi deportati) erano più rilevanti le capacità di forza e rapidità. L'aspetto fenotipico appare più muscoloso, con una buona capacità di risposta all'allenamento della forza in termini di ipertrofia, ed elevate capacità coordinative; si ha una maggiore espressione delle fibre rapide negli afroamericani. (Skinner)

ETA' BIOLOGICA

- Tiene conto dei diversi ritmi di sviluppo determinati biologicamente.
- “E' lo stato generale, caratterizzato da indici di carattere fisico-psichico-sociale di un soggetto in un determinato momento della sua età cronologica.” (Ries)

- Per il fanciullo e l'adolescente l'età biologica si rileva attraverso parametri di crescita, maturazione e sviluppo.
- E' un parametro temporale che esprime la differenza tra lo stato di sviluppo individuale e quello medio della popolazione.

Metodi di determinazione :

- a) Indici generativi di maturazione : variazione dei caratteri sessuali I e II;
- b) Indici di sviluppo somatico (costituzionale) : statura e peso, differenziata per sesso (aumentando lo sviluppo costituzionale, aumenta l'indice);
- c) Maturazione scheletrica : su ossa della mano debole, sui nuclei di ossificazione;
- d) Età dentale : numero dei denti permanenti esistenti in rapporto a quelli presenti ad una determinata età.

- Il bambino coricato ha qualche mese, il bambino che cammina a quattro gambe ha poco più di un anno, il bambino che si spaventa è ancora al di sotto dei quattro, il raccoglitore di coca è sui quindici, gli uomini -staffetta smettono di correre a venti anni per diventare guerrieri, dopo i sessanta gli uomini fanno solo consigli, dopo i settanta sono solo dormiglioni. (come attribuivano gli anni gli Inca in Perù, poiché pochissima gente sapeva contare).

SKELETAL AGE 5 YARS AND 9 MONTHS



SKELETAL AGE 6 YEARS AND 10 MONTHS



SKELETAL AGE 10 YEARS



RADIOGRAPHIC ATLAS OF
SKELETAL DEVELOPMENT
OF THE HAND AND WRIST

SECOND EDITION

WILLIAM WALTER GREULICH

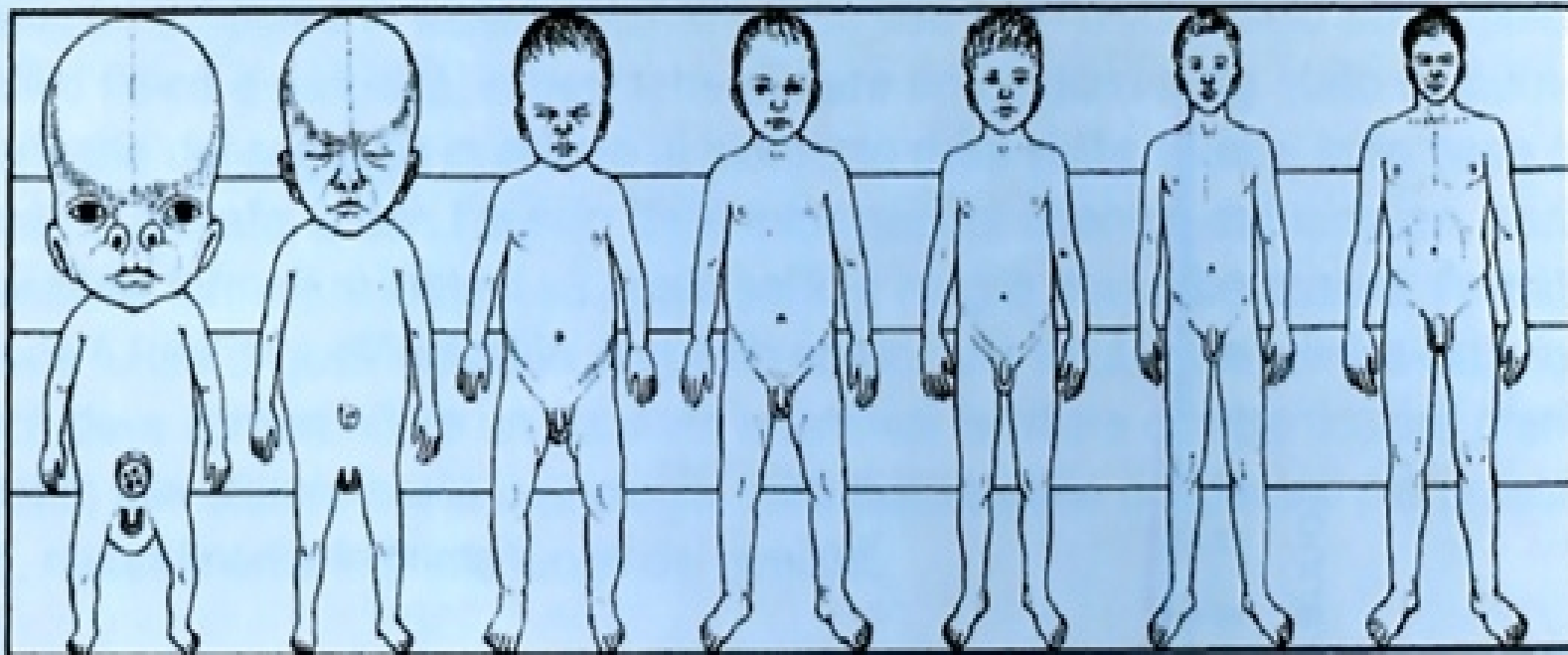
Professor of Anatomy, Stanford University School of Medicine

S. IDELL PYLE

*Research Associate, Departments of Anatomy,
Western Reserve University and Stanford University Schools of Medicine*

PROPORZIONI

- Nei primi anni la testa risulta più grande rispetto al tronco, che a sua volta è più lungo degli arti. Si ha variazione dei rapporti tra testa e tronco e tra segmento superiore e inferiore (gradiente cefalo-caudale : le regioni più vicine al cervello sono coordinate più precocemente; il movimento degli arti sup. è più coordinato rispetto alle dita), e tra piedi-mani e arti sup.-inf. (gradiente caudo-cefalico). La circonferenza ed il diametro del torace hanno una curva di crescita analoga al peso.



Feto di 2 mesi

Feto di 3 mesi

Neonato

2 anni

5 anni

13 anni

Adulto

Cambiamento delle proporzioni che accompagna la crescita.

oa. Seidel HM, et al. "Atlante a Colori dell'esame fisico del paziente". Ed. Mediserve, 1991.

VELOCITA' DI CRESCITA

- E' in correlazione con le stagioni : accelerazione della statura da metà inverno a primavera, decelerazione tra metà estate ed autunno. Per il peso è il contrario.
- “Ormai nella pubertà vi è un aumento regolare di statura media, peso medio, anticipo maturativo e del menarca.” (Tanner)

LEGGE DI GODIN

- Alternanza della crescita : ossa lunghe si allungano e si ispessiscono in periodi successivi di 6 mesi (es. allungamento omero e ispessimento avambraccio).

EPOCHE DELLA VITA DI PENDE E STRATS

CRISI DI CRESCITA IN ALTEZZA E LARGHEZZA :

- Allattamento 1 anno;
- Turgor primus (abbondante grasso):1-5 aa
- Proceritas prima (riallineamento delle proporzioni) : 5-7 aa
- Turgor scundus (rallentamento dell'accrescimento staturale e aumento del peso) : 8-11 nei maschi e 8-9 nelle femmine;
- Proceritas seconda (puberale, con max differenza tra i sessi; spinta staturale max, non di forza) : 12-15 maschi e 10-14 femmine;
- Turgor tertius (adolescenza, con redistribuzione delle masse e aumento del peso, altezza stabilizzata) : 15-18 maschi e 14-16 femmine;
- Proceritas tertia : 18-25 maschi e 16-23 femmine;
- Turgor quartius :25-35 maschi e 23-30 femmine;
- Età costante : 30-50 maschi e 30-40 femmine;
- Climaterio : 50-65 maschi e 40-50 femmine;
- Senilità : oltre 65 maschi e 50 femmine.

SCALA DI DE TONI

- Periodo neonatale : 2 settimane;
- Infanzia : 2 anni;
- Fanciullezza : 2-6 anni;
- Puerizia : 6-11 anni;
- Pubertà : 11-17 maschi e 11-15 femmine;
- Adolescenza : fino a 22 maschi e 20 femmine;
- Età adulta : fino a 65 maschi e 50 femmine;
- Vecchiaia.

FASI SENSIBILI

- Periodi della vita nei quali sono acquisiti molto rapidamente dei modelli di comportamento specifici, e nei quali si evidenzia una max sensibilità dell'organismo verso determinate esperienze. (Hahn)
- Periodi cronologicamente limitati nei quali i sistemi cellulari reagiscono più sensibilmente agli stimoli ambientali. (Winter)
- Periodi predeterminati biogeneticamente, periodi ontogenetici in cui l'allenabilità è favorevole per determinate capacità motorie. (Harre)

- Fase critica : periodo limitato di tempo in una fase sensibile durante il quale debbono essere assolutamente applicati stimoli esterni, se si vogliono ottenere gli effetti di sviluppo. (Winter)
- Fase di stagnazione : da 11/12 aa., con allungamento puberale, cambiamento delle proporzioni, peggioramento coordinativo. Il momento, la durata, la misura del peggioramento dipendono da sex, età biologica, allenamento, attività motoria suppletiva.

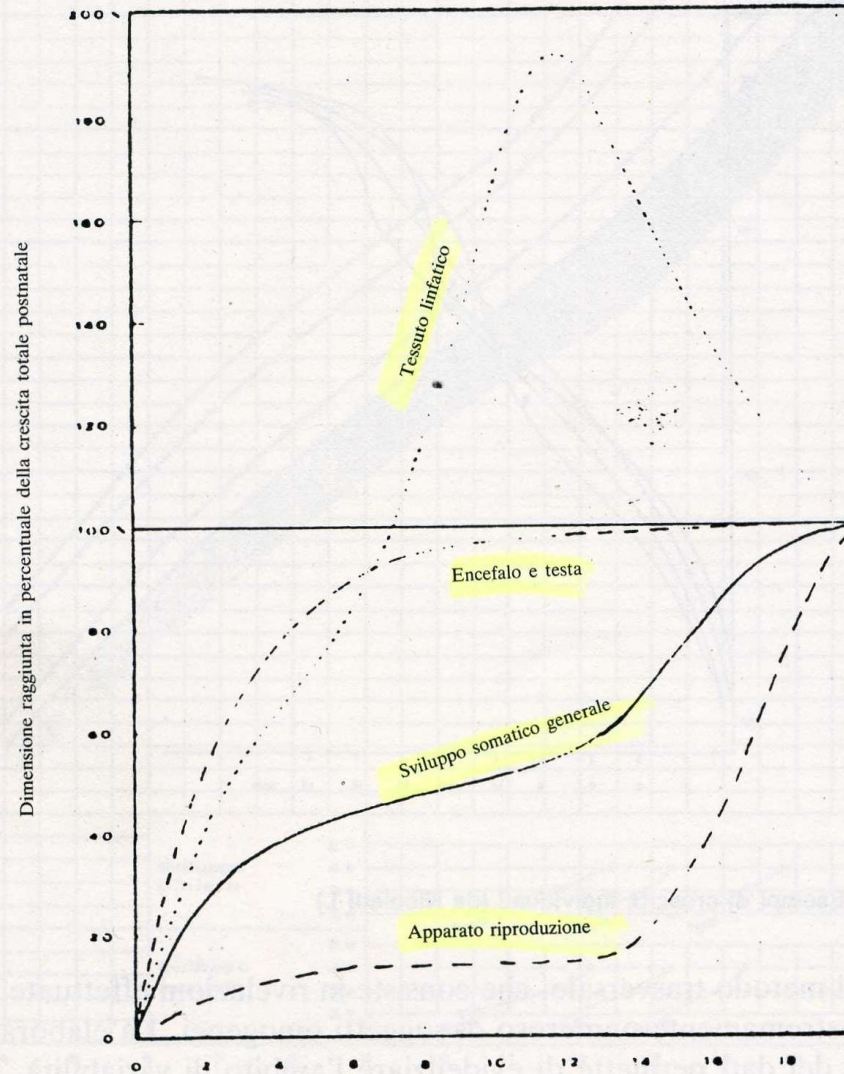


Figura 2 - Spinte maturative - Modelli fondamentali (da Scammon R.E.)

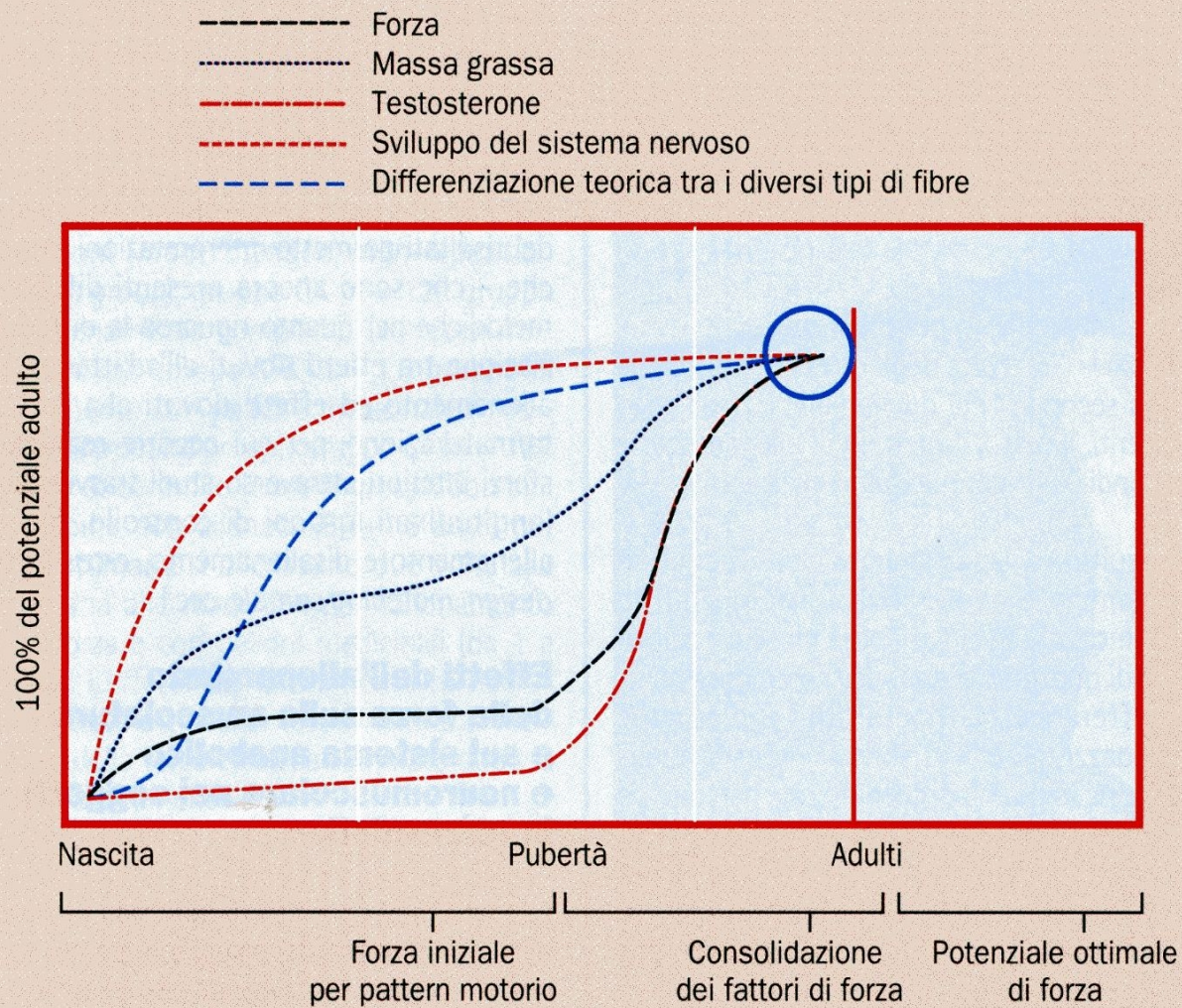


Figura 3 – Effetti di adattamento nel corso della vita. Cambiamento della forza, della massa magra del testosterone, del sistema nervoso e differenziazione teorica delle fibre muscolari dalla nascita all'età adulta (modificato da Fleck, Kraemer 1197, 2003)

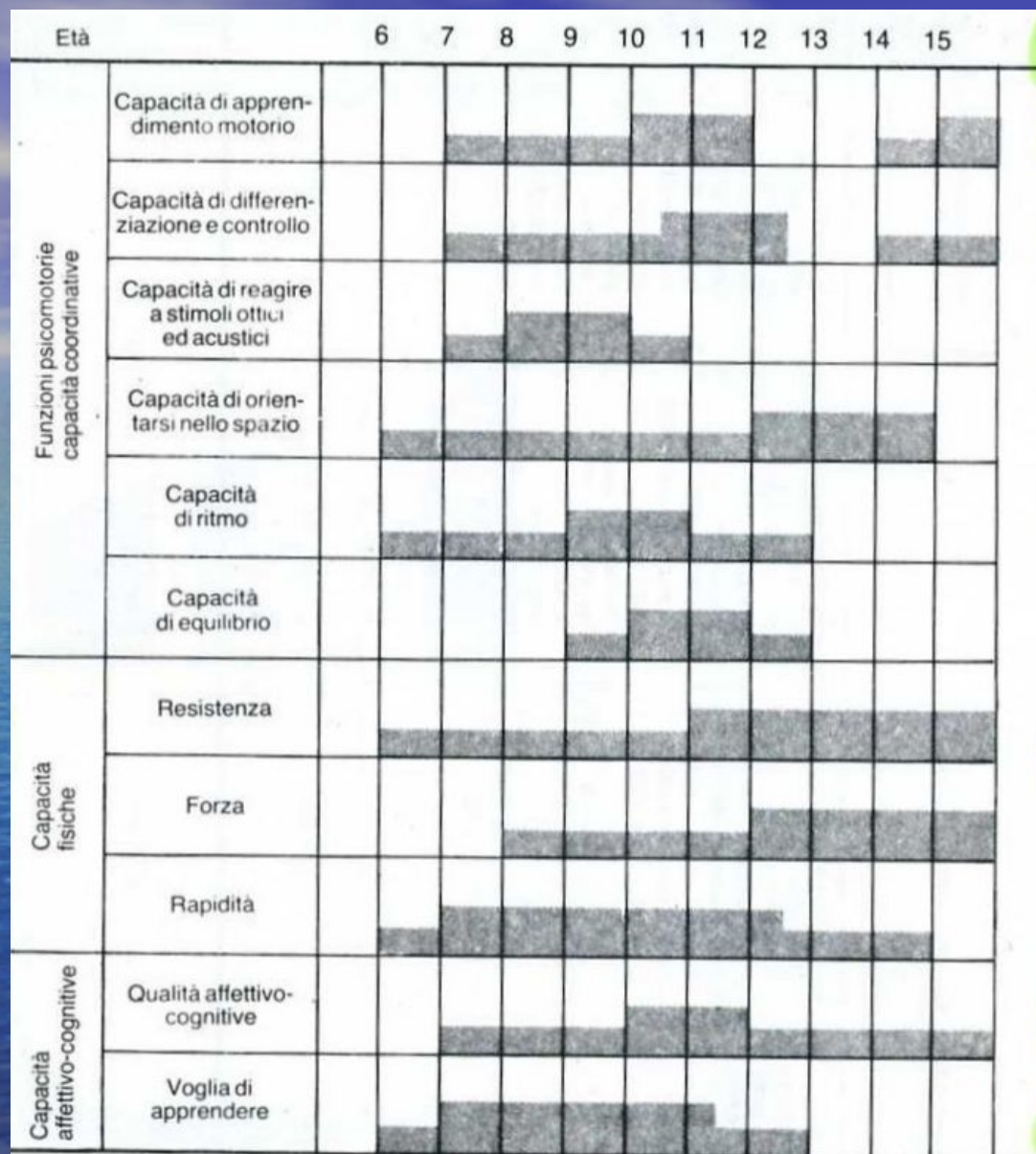
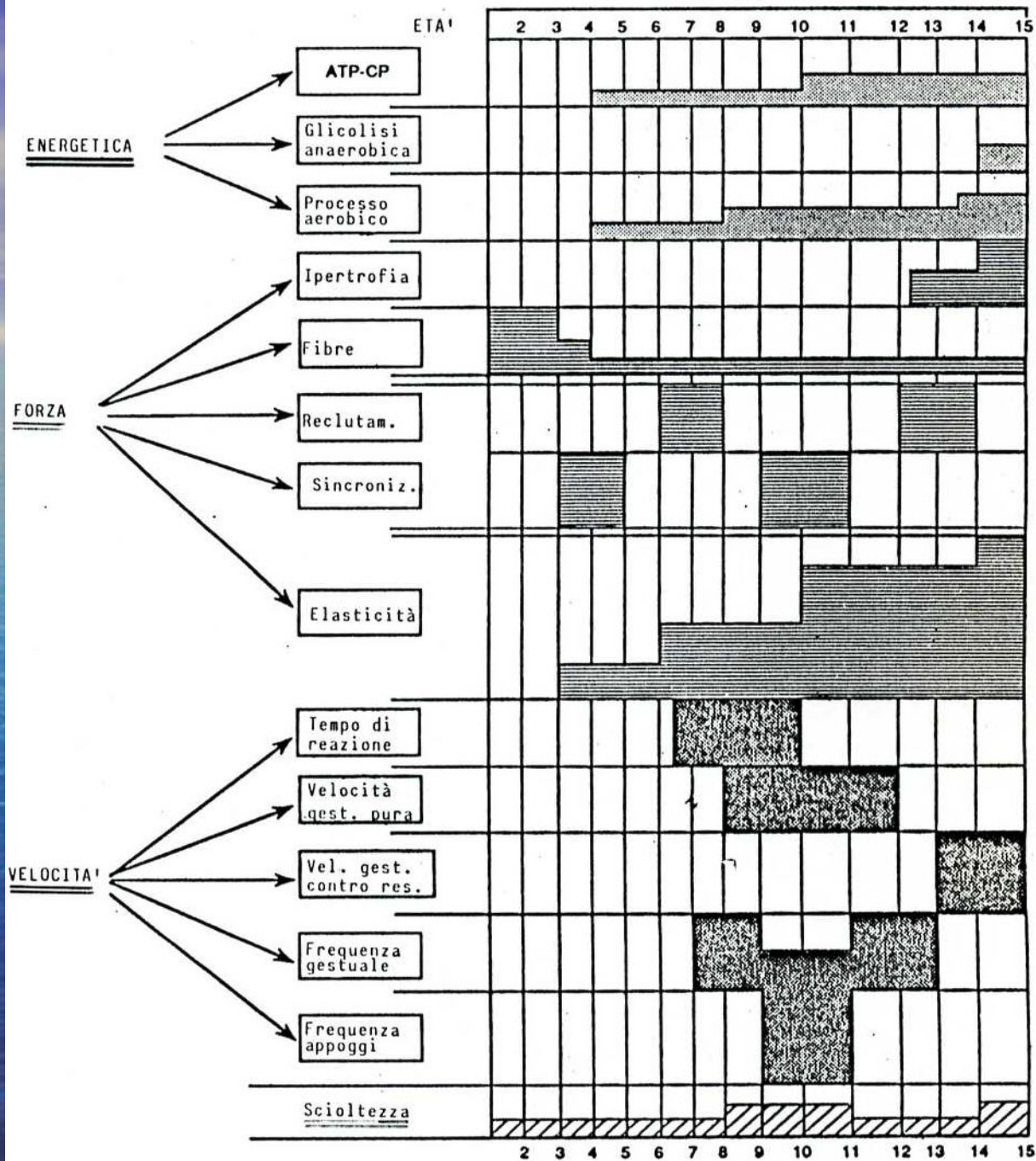


fig. 17 - Modello delle fasi sensibili (secondo Martin, 1982, pag. 51).



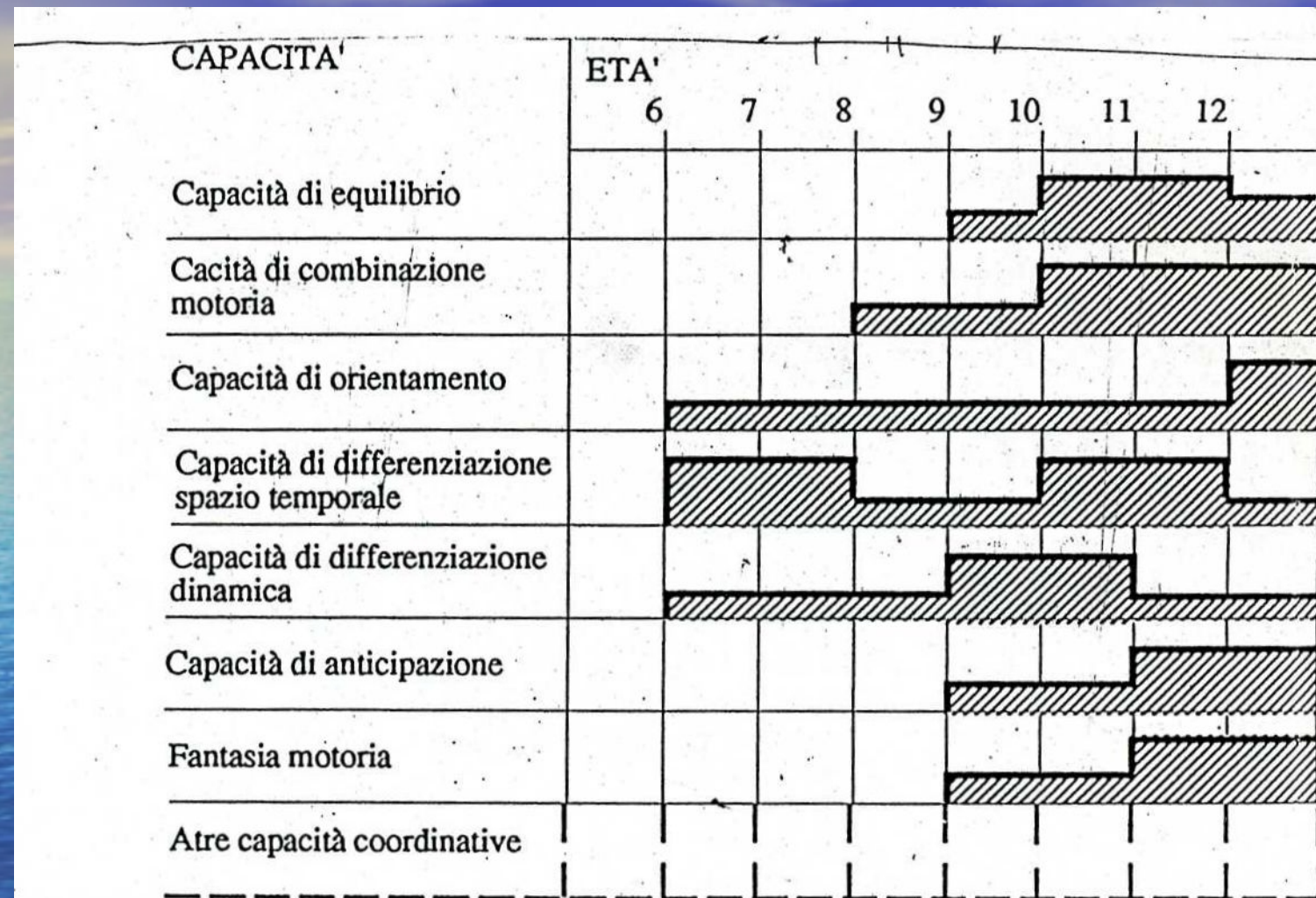


Fig. 20 - Periodi sensibili per lo sviluppo di alcune capacità coordinative dell'insegnamento dell'educazione motoria (Fonti: Modelli di Hirtz, 1979 e Martin, 1982).

FASI SENSIBILI : FORZA

- FORZA RAPIDA : fase sensibile verso gli 8 aa. (piccoli attrezzi, salti, lanci, giochi di lotta e opposizione).
- Prima di 10-11 aa. È difficile ottenere un aumento della sezione delle fibre. (Liesen-Hollman)
- L'allenabilità inizia con sufficiente tasso di testosterone.
- Nel lavoro pre-puberale e puberale : sempre lavoro combinato di forza e coordinazione.
- Fase sensibile per la forza max nella prima fase della maturazione sex (differenze tra sex).
- Elevati livelli di incremento dopo 13-14 aa. (Hettinger)

FASI SENSIBILI : VELOCITA'

- La differenziazione tra fibre ST e FT avviene a 2-3 aa. Stimolati più precocemente possibile la reazione motoria e le frequenze di movimento, comunque difficilmente migliorabili dopo la pubertà (Calligaris).
- La velocità di spostamento e la capacità di accelerazione hanno picchi in età puberale, con buona capacità anaerobica e coordinazione.

FASI SENSIBILI : RESISTENZA

- Capacità neutra rispetto allo sviluppo, con fenomeni di adattamento uguali all'adulto, senza rischi di sovraccarico.
- Dipendente da apparato cardio-respiratorio, coordinazione neuromuscolare, capacità volitive (motivazione).

- Il bambino è una debole macchina aerobica, con poco attendibili valori di vo_{2max} , FC, QR. (Calligaris)
- I bambini sopportano carichi di resistenza per lunghi periodi di tempo. (Kindermann)
- I bambini hanno buoni presupposti per l'allenamento alla resistenza, a causa di un rapporto favorevole tra peso-altezza-forza, e vo_{2max} -kg di peso. (Martin)
- Già da 8 aa. vi sono piccole stimolazioni di crescita del volume del miocardio. (Hollman)
- La spinta evolutiva puberale dà miglioramento della resistenza (aumento di CV-volume cardiaco-GC). (Demeter)

FASI SENSIBILI : MOBILITA'

- Precoce in periodo prescolare (max per componente passiva – min. muscoli e max elasticità di tendini e legamenti). Nella prima fase puberale si inserisce la mobilità attiva (max massa muscolare e aumento del volume articolare).
- Fattori favorenti : buona distensione, buona coordinazione tra agonisti e antagonisti, buona capacità di rilassamento. Fattori limitanti : estensibilità tendinea e legamentosa, temperatura interna ed esterna.
(Calligaris)

PRE-REQUISITI

- PERCEZIONE SPAZIO-TEMPORALE
- RITMO (coord. intra e inter-muscolare)
- RAPIDITA' (reazione motoria a stimoli)
- EQUILIBRIO (statico / dinamico)
- PROPRIOCETTIVITA'

STRUTTURE BIOLOGICHE IN ETA' EVOLUTIVA

- OSSA : minore sostanza inorganica, maggiore condroitinsolfato e acido ialuronico, maggiore flessibilità e resistenza a traumi diretti (non in torsione); meno resistenza a trazione e pressione; presenza di cartilagini di coniugazione e accrescimento in sede metafisaria, deboli per forze di pressione e taglio; è la struttura più esposta in età evolutiva, attenzione a sovraccarichi; nella frattura a legno verde l'osso immaturo si piega max e assorbe molta energia prima di fratturarsi a tutto spessore (più plastico e meno elastico dell'osso adulto).

- Lo stimolo efficace al modellamento (processo che determina la struttura delle ossa durante l'accrescimento), e rimodellamento (meccanismi che danno all'osso la capacità di resistere alle sollecitazioni meccaniche) osseo è l'applicazione del carico, adeguato all'età biologica soprattutto in età evolutiva; la attività muscolare sul periostio incrementa la resistenza delle inserzioni tendinee.

ARTICOLAZIONI

- Fase sensibile per la mobilità articolare, con lassità legamentosa pronunciata ma non patologica, meno micelle e sostanza intercellulare, minore dimensione dei capi articolari; la cartilagine di accrescimento è fondamentale per sostegno e crescita in lunghezza, costituita da materiale viscoso-elastico che resiste bene agli stress in compressione, meno a trazione e taglio (comunque meno resistente e rigida di quella articolare e meniscale); il metabolismo dei condrociti è regolato più da stimoli discontinui, che da stimoli massimali continui.

MUSCOLI

- Accrescimento in ipertrofia di miofilamenti e miofibrille (iperplasia ?), allungamento del muscolo dato da incremento del numero di sarcomeri, reticolo sarcoplasmatico non ancora strutturato perfettamente, tessuto muscolare elastico e ricco di acqua e con minore quantità di proteine contrattili, tono muscolare meno elevato, minore viscosità, grande elasticità del tendine con spazi interfibrosi; influsso testosterone progressivamente crescente, con picco violento nei maschi in pubertà, e crescita muscolare molto più lenta nelle femmine; sotto allenamento di forza il tendine diviene più grande e resistente.

- FORZA : in età pre-puberale l'aumento della forza non è accompagnato da modificazioni della dimensione del muscolo, ed è causato da: migliore coordinazione motoria, aumento di attivazione delle U.M., muscoli flessori più forti degli estensori.
- FORZA IN ETA' PUBERALE : dipendente dalla quantità di massa magra, dalla concentrazione di testosterone, dagli adattamenti nervosi e dal grado di sviluppo del sistema nervoso, dalla differenziazione delle fibre FT e ST, dall'aumento della dimensione e della tensione del muscolo.

TESSUTO CONNETTIVO

- Il tessuto connettivo in età evolutiva è molto lasso, e resta tale anche nella fase successiva dello sviluppo, la pubertà, più nelle femmine che nei maschi. Sintomi tipici sono l'eccessiva iperestensione degli arti superiori e inferiori, una notevole iperestensione delle articolazioni delle dita, la notevole flessibilità nelle anche e nella colonna vertebrale.

TESSUTO ADIPOSO

- La quantità di grassi accumulata durante la crescita dipende da : dieta alimentare, abitudini motorie, fattori ereditari.
- Alla nascita il grasso corporeo rappresenta il 10-12 % del peso corporeo totale; in maturità fisica, nei maschi si ha circa il 15 %, nelle femmine il 25 %.

APPARATO CARDIO- CIRCOLATORIO

- VASI : arterie con buona intima muscolare, poca rigidità; vene con continue aperture di collaterali; facile aumento di numero di capillari col movimento; regolare movimento amplia il letto vascolare periferico e un elevato ritorno venoso;
- PRESSIONE : sistolica e diastolica ancora basse per quasi totalità di assenza di resistenze periferiche, grande elasticità arteriolare, minore forza di contrazione miocardica; direttamente correlata alle dimensioni corporee dei bambini; alta velocità di circolazione del sangue;
- CUORE : minori dimensioni, minore riempimento e gettata sistolica, gettata cardiaca proporzionale alla quantità di sangue presente (minore che nell'adulto) data da elevate frequenze cardiache, soprattutto sotto sforzo ; tempi di recupero non ancora standardizzabili per distonie neurovegetative; prevalenza simpatica;

APPARATO RESPIRATORIO

- Capacità vitale ancora bassa (ma bambini attivi possono avere VEMS e MVV più alti), parametri respiratori dinamici sottoposti ancora a elevato controllo simpatico, con elevate frequenze respiratorie che mantengono una adeguata ventilazione polmonare nonostante un basso volume espiratorio; la respirazione è ritmica e non uniforme, e aumenta per via nasale sotto sforzo; la riduzione della capacità di aumentare il volume della gabbia toracica è compensato dall'aumento della F.R.

- Resistenza elastica toracico-muscolare (fibre elastiche polmonari si sviluppano completamente verso i 7 anni) da vincere con corretta respirazione toracica (diaframmatica, facilitante il ritorno del sangue venoso all'atrio dx da svuotamento della vena cava inferiore verso torace e cuore) in associazione con quella addominale (ginnastica respiratoria), insistendo sulla stimolazione dei muscoli inspiratori ed espiratori accessori.

ENERGETICA

- MECCANISMO ANAEROBICO ALATTACIDO : ATP e CP proporzionati alle dimensioni del muscolo in egual misura dell'adulto; deficit dimensionale e coordinativo, non quantitativo;
- MECCANISMO ANAEROBICO LATTACIDO : deficit del 40 % enzimatico di LDH e PFK (enzimi glicolitici), con produzione di meno acido lattico; deficit biochimico;
- MECCANISMO AEROBICO : minore efficienza del cardio-respiratorio, possibile deficit motivazionale e funzionale;

ENERGETICA

- CAPACITA' AEROBICA : il VO₂max raggiunge il massimo tra 17 e 20 anni. Il valore del VO₂max espresso in relazione al peso corporeo rimane relativamente stabile dai 6 anni all'età adulta(maschi), e diminuisce gradualmente dai 13 anni (femmine).
- In seguito ad allenamento si ha un lieve miglioramento, inferiore all'adulto o all'adolescente; modificazioni maggiori avvengono in pubertà grazie ad un aumento della GS e quindi del volume del cuore (Sjodin).

ENERGETICA

- I valori di vo_{2max} a 7 anni arrivano a 1 l/min, a 10 anni a 2 l/min nei maschi e 1.7 nelle femmine, a 13 anni 2.5 l/min con parità nei sessi (Il vo_{2max} dipende dalla capacità di trasporto dell'ossigeno (G.C. e quantità di Hb), e dalla capacità di estrazione dell'ossigeno (allenamento, vascolarizzazione periferica, enzimi ossidativi)).

ENERGETICA

- **CAPACITA' ANAEROBICA** : limitata nel bambino; la concentrazione di lattato muscolare e sanguigno non arriva a quello dell'adulto (minima capacità glicolitica, minore concentrazione di PFK e LDH).
- Il Q.R., durante un esercizio ad intensità massimale, non raggiunge valori elevati : per lo stesso consumo di ossigeno il bambino produce meno CO₂ e quindi meno sostanze tampone per il lattato.

SISTEMA NERVOSO

- VOLONTARIO (centrale-periferico) : ottimale fase sensibile, con strutturazione e mielinizzazione quasi complete nella fanciullezza; la mielinizzazione incompleta di diversi nervi motori dà alla funzione muscolare un controllo nervoso parzialmente limitato;
- INVOLONTARIO (simpatico-parasimpatico) : elevato dispendio energetico per predominanza del simpatico sul parasimpatico.

APPRENDIMENTO

- Le modalità di apprendimento dei bambini avvengono in modo SINCRETICO, vivendo contemporaneamente esperienze sensoriali, motorie, emotive.
- La stessa comprensione delle nuove parole è accompagnata dall'esperienza sensoriale e motoria; per questo i bambini faticano ad apprendere parole che rappresentano concetti astratti.

SISTEMA ENDOCRINO

- Strutturazione dell'asse ipotalamo-ipofisario-organi bersaglio in divenire;
- Ormoni sessuali in secrezione bassissima (testosterone, anabolizzante, in bassa quantità);
- Ormoni tiroidei (tiroxina, T3, T4) in progressivo aumento;
- Elevata secrezione adrenalina e noradrenalina in risposta allo stress.

PUBERTA'

- INCREMENTO ORMONALE : testosterone e Gh hanno potente effetto anabolizzante.
- SISTEMA NERVOSO : si stabilizzano le abilità motorie.
- MUSCOLI : crescita per allungamento delle fibre, e aumento di forza e fluidità per muscoli estensori e flessori.
- MORFOLOGIA : modificazioni di statura, peso, proporzioni; dominanza delle estremità in rapporto al tronco; le inferiori raggiungono per prime la lunghezza definitiva (modificazioni biomeccaniche della struttura motoria, richiedenti adattamento continuo delle qualità coordinative alle nuove proporzioni del corpo, con qualche difficoltà nell'apprendimento motorio; importante precisione e velocità di esecuzione del movimento).

- **CONTROINDICAZIONI** : apparato di sostegno max sensibile ai sovraccarichi; sfavorevoli carichi unilaterali; necessità di buon riscaldamento attivo prima del carico dei tessuti di sostegno. Attenzione non solo alla ipersollecitazione, ma anche alla iposollecitazione.
- **METODOLOGIA** : la pubertà è una fase in cui l'allenabilità è particolarmente buona per forza, resistenza, velocità, con progressione a ritmo identico.

CAPACITA' MOTORIE E PRESTAZIONI SPORTIVE

- Si ha un loro sensibile miglioramento per il progressivo sviluppo del sistema neuromuscolare, di quello endocrino, e dalla auspicata aumentata attività dei bambini.
- La stabilizzazione dei risultati nelle femmine durante la pubertà potrebbe dipendere da : incremento del livello di estrogeni (del rapporto estrogeni/testosterone), con aumento dell'accumulo di grassi; minore massa muscolare nelle ragazze; stile di vita spesso molto più sedentario dei maschi.

CAPACITA' COORDINATIVE

- GENERALI :

- CAPACITA' DI APPRENDIMENTO;
- CAPACITA' DI ADATTAMENTO E TRASFORMAZIONE;
- CAPACITA' DI DIREZIONE E CONTROLLO.

- SPECIALI :

- CAPACITA' DI REAZIONE;
- CAPACITA' DI ORIENTAMENTO;
- CAPACITA' DI DIFFERENZIAZIONE (MODULAZIONE DELLA FORZA);
- CAPACITA' DI EQUILIBRIO;
- CAPACITA' DI RITMIZZAZIONE;
- CAPACITA' DI COMBINAZIONE;
- CAPACITA' DI ANTICIPAZIONE;
- FANTASIA MOTORIA.

CAPACITA' COORDINATIVE GENERALI

- APPRENDIMENTO MOTORIO : acquisizione e assimilazione di movimenti, precedentemente non posseduti;
- CONTROLLO MOTORIO : raggiungimento del risultato programmato;
- ADATTAMENTO E TRASFORMAZIONE DEL MOVIMENTO : cambiare ed adattare il programma motorio alla modificazione improvvisa.

CAPACITA' DI ORIENTAMENTO

- E' LA CAPACITA' DI MANTENERE IL GIUSTO RAPPORTO CON IL CAMPO D'AZIONE E CON I SUOI RIFERIMENTI SPAZIALI, ANCHE IN PRESENZA DI FATTORI DI DISTURBO CHE INTERFERISCONO CON LE FUNZIONI DELL'APPARATO VESTIBOLARE. IL CAMPO D'AZIONE PUO' ESSERE PREDETERMINATO, OPPURE VARIABILE, A SECONDA DELL'AZIONE O DEL GESTO SPORTIVO DA SVOLGERE. PUO' ESSERE ALLENATA CREANDO SITUAZIONI NELLE QUALI I RIFERIMENTI SPAZIALI VARIANO SISTEMATICAMENTE, RENDENDO PIU' DIFFICILE LA RISOLUZIONE DEL COMPITO (colpire un bersaglio in movimento-bandiera con 2 istruttori-calcio o pallamano con porte che si spostano).

CAPACITA' DI REAZIONE

- CAPACITA' DISTINTA IN DUE FASI :
 - ELABORAZIONE IN TEMPI BREVI DELLE INFORMAZIONI IN ENTRATA, PRECEDENTEMENTE DISCRIMINATE SUL PIANO SENSO-PERCETTIVO;
 - VELOCITA' CON LA QUALE LO STIMOLO ELABORATO VIENE TRASMESSO AGLI ORGANI EFFETTORI.

RAPIDITA' (Bonato-Gobbo- Invernizzi –La Torre)

- Il successo nelle prestazioni sportive richiede sia capacità fisiche e motorie, sia capacità cognitivo-sensoriali.
- La capacità di un atleta nel raccogliere informazioni rilevanti da determinati stimoli comporta una riduzione del tempo necessario per prendere una decisione, con un tempo maggiore a disposizione per la preparazione di una risposta motoria appropriata (Savelsbergh, Shim 2005).

- **IL TEMPO DI REAZIONE SEMPLICE :**

è definito come il tempo che intercorre tra l'arrivo di un segnale previsto e imprevisto, e l'inizio della risposta. A livello fisiologico, prevede 5 passaggi :

- identificazione dello stimolo;
- codifica neuronale dello stimolo;
- trasmissione delle informazioni lungo le fibre afferenti dei nervi sensoriali;
- integrazione centrale con la programmazione della risposta motoria;
- trasmissione di un comando motorio attraverso le fibre efferenti dei nervi motori.

- Il soggetto risponde ad un segnale codificato preconosciuto (es. partenza gare di velocità). La risposta è predefinita, spesso automatizzata; lo scopo è diminuire il tempo intercorrente tra stimolo e risposta.

- TEMPO DI REAZIONE COMPLESSO :

l'atleta risponde a situazioni interattive, molteplici e non preventivabili, che richiedono un'interpretazione (es. sport di squadra e di combattimento). L'atleta deve compiere una scelta e un adattamento motorio, operando una controazione appropriata alla situazione. L'efficacia della risposta è collegata all'individuazione dello stimolo informativo (livello di attenzione e stato emotivo), e alla realizzazione della risposta motoria più adeguata.

- La raccolta del segnale informativo è fondamentale : saper scegliere l'informazione più utile è un rilevante fattore cognitivo, che consente la lettura anticipata di quello che sta per succedere.

FATTORI CHE INFLUENZANO I TEMPI DI REAZIONE

- FATTORI INTRINSECI :
 - età;
 - peso;
 - attenzione;
 - Q.I.;
 - livello di allenamento (abilità);
 - cambiamenti dell'omeostasi (privazione di sonno, consumo di droghe, assunzione di alcool).

- FATTORI ESTRINSECI :

- numero di risposte da fornire a seguito di un determinato stimolo (legge di Hick – 1952 : il tempo richiesto per prendere una decisione è direttamente proporzionale alla quantità di informazioni che deve essere elaborata per arrivare ad una decisione);
- durata dello stimolo (risposte rapide con durata di circa 40 ms);
- volume e intensità luminosa (più alti, più veloce la risposta motoria – Ulrich 1998);
- dimensione dell'obiettivo (più lo stimolo è grande, o percepito come tale, più rapida sarà la risposta – periodo refrattario, finta – Plewan, Sperandio 2012).

- La capacità di reazione, “coordinazione veloce”, dipende da diverse componenti integrate, tra cui la capacità di reagire rapidamente ad uno stimolo, semplice o complesso, e la capacità di vincere rapidamente l’inerzia del corpo attraverso il controllo posturale e dell’equilibrio.
- Integrazione continua tra capacità percettive e attenzione (cogliere rapidamente uno stimolo semplice o complesso), capacità coordinative (predisporre i segmenti del corpo ed il livello tonico-muscolare), capacità condizionali rivolte a vincere o modificare rapidamente l’inerzia del corpo).

RAPIDITA' NEI GIOCHI SPORTIVI

- RAPIDITA' DI PERCEZIONE : situazione di gioco e variazione
- RAPIDITA' DI ANTICIPAZIONE : previsione sviluppo gioco e comportamento avversario
- RAPIDITA' DI PRESA DI DECISIONE : decidere la più opportuna
- RAPIDITA' DI REAZIONE : sviluppi imprevisti di gioco
- RAPIDITA' DI AZIONE SEMPLICE : azioni di gioco contro avversario
- RAPIDITA' DI AZIONE COMPLESSA : integrazione capacità cognitive-condizionali-coordinative-tecniche-tattiche (Weineck)

CAPACITA' DI COMBINAZIONE

- CAPACITA' DI SINCRONIZZARE AZIONI MOTORIE; PUO' ESSERE RIFERITA A STRUTTURE SEGMENTARIE ED ABILITA' DIVERSE SECONDO PARAMETRI DI SIMULTANEITA', ALTERNANZA E SUCCESSIONE; E' LEGATA ALLA DIFFERENZIAZIONE DEGLI INTERVENTI MUSCOLARI.

CAPACITA' DI EQUILIBRIO

- CAPACITA' LEGATA ALLA FUNZIONALITA' DELL'APPARATO VESTIBOLARE ED ALLA DIFFERENZIAZIONE DEGLI INTERVENTI MUSCOLARI, RIVOLTA A MANTENERE LA POSTURA UTILE PER LA REALIZZAZIONE DEL GESTO PREVISTO.

CAPACITA' DI RITMIZZAZIONE

- LEGATA ALLA DIFFERENZIAZIONE DEGLI INTERVENTI MUSCOLARI, E DEFINISCE L'OPERAZIONE DI SCELTA TEMPORALE DEGLI IMPULSI IDONEI A REALIZZARE, IN MODO ADEGUATO ALLA STRUTTURA SPAZIALE, UN'AZIONE FINALIZZATA. TALE SCELTA PUO' ESSERE IN ADEGUAMENTO A SEQUENZE DI TEMPI DA RIPRODURRE, OPPURE AUTODETERMINATA.

CAPACITA' DI DIFFERENZIAZIONE (MODULAZIONE DELLA FORZA)

- CAPACITA' DI DOSARE FINEMENTE L'ENTITA' DELLA FORZA AL FINE DI CONSEGUIRE LA MASSIMA EFFICACIA DEL GESTO, IN RAPPORTO ALL'OBIETTIVO. UTILIZZA TUTTE LE GRADAZIONI POSSIBILI DI FORZA ED I PASSAGGI RAPIDI DA UNA GRADAZIONE ALL'ALTRA.

CAPACITA' DI ANTICIPAZIONE

- PROCESSO MENTALE DI PRESUPPOSTO A QUALSIASI ATTO MOTORIO; LA PRIMA FASE SI IDENTIFICA CON LA PREVISIONE PROBABILISTICA DI SITUAZIONI NON ANCORA VERIFICATE SI O IN CORSO DI SVOLGIMENTO; SULLA BASE DI UNA PERCEZIONE LEGATA ALLA SOMMA DI EVENTI CONTEMPORANEI E APPENA PRECEDENTI, SI PRECOSTITUISCE IL SUCCESSIVO SVOLGIMENTO DELL'AZIONE E IL SUO RISULTATO FINALE; LA PRECISIONE E L'EFFICACIA DELL'ANTICIPAZIONE SONO LEGATE FORTEMENTE AL BAGAGLIO INDIVIDUALE DI CONOSCENZE.

CAPACITA' DI ANTICIPAZIONE

- L'ANTICIPAZIONE NON E' RIFERITA AD UN CONCETTO ASTRATTO, MA INTESA COME ANTICIPAZIONE DELLA SITUAZIONE.
- L'ANTICIPAZIONE DELLA SITUAZIONE E' IL CONTESTO E AL TEMPO STESSO IL PRESUPPOSTO PER L'ANTICIPAZIONE DELL'AZIONE.
- OCCORRE ANTICIPARE SOLUZIONI TECNICHE OTTIMALI IN SITUAZIONI VARIABILI, E RIUSCIRE AD IMPORLE ANCHE IN SITUAZIONI DIFFICILI.

FANTASIA MOTORIA

- CAPACITA' DI UTILIZZARE AL MOMENTO OPPORTUNO LE ABILITA' IMMAGAZZINATE NELLA MEMORIA MOTORIA, ANCHE COMBINANDOLE TRA DI LORO, IN MANIERA PRATICA ED EFFICACE, PER IL RAGGIUNGIMENTO DELL'OBIETTIVO; L'ORIGINALITA' QUALIFICA LE SOLUZIONI INDIVIDUALI, DETERMINANDO L'IMPREVEDIBILITA' DI SVILUPPO DELLE AZIONI CON IL CAMBIAMENTO DI SITUAZIONI.

ABILITA' E CREATIVITA'

- Essere abili significa essere capaci di eseguire con precisione e adeguatezza un compito. L'abilità dipende dalla pratica e dall'esperienza, e non è geneticamente determinata. (Kent 1996)
- La creatività è la capacità dell'individuo di generare un'idea o un prodotto nuovo e pertinente rispetto alle circostanze (Sternberg, Lubart1 991)

TALENTO

- TALENTO : doti individuali che rappresentano un fattore determinante del progresso dell'atleta. Le caratteristiche genetiche del fenotipo costituiscono esempi di adattamento individuale originale ed efficace a stimoli intensi e difficili, sia nei giochi sportivi, che di combattimento, e stereotipati ciclici.

- Nello sport di vertice attuale si definisce talento un soggetto che, tenuto conto dell'allenamento già realizzato, è capace di prestazioni sportive superiori alla media rispetto a gruppi di riferimento di soggetti dello stesso livello di sviluppo biologico, e con abitudini di vita simili. Per cui, tenendo conto delle disposizioni personali interne (endogene) alla prestazione, e di condizioni esterne (esogene), si può ragionevolmente supporre ed, in particolare, si può determinare, attraverso modelli matematici, che nella successiva fase di sviluppo potrà ottenere prestazioni sportive di alto livello.”
(Hohmann – 2001)

- Talento è la capacità di azzeccare la propria specializzazione (più specializzazione e meno cose da fare).
- Il soggetto talentuoso, tenuto conto dell'allenamento realizzato, è capace di prestazioni sportive superiori alla media, rispetto a soggetti dello stesso sviluppo biologico.

- La capacità psicofisica di carico (rielaborazione biologicamente positiva dei carichi) è presupposto decisivo per la prestazione.
- Gli atleti talentuosi non permettono ai pensieri di interferire con una buona prestazione (psicologia cognivista).

- Nel cervello dei talentuosi si riscontrano maggiori connessioni neuronali nelle aree sub-corticali. E' proprio questa maggior connessione a permettere una plasticità di pensiero superiore, perché vi sono maggiori probabilità di effettuare associazioni tra informazioni appartenenti a categorie diverse, e meno vincoli e sequenzialità negli schemi di pensiero.

- Quando avviene “l’illuminazione”, si attiva un’area cerebrale localizzata nel lobo temporale destro, con aumento delle onde gamma ad alta frequenza, ad indicare la messa in atto di un processo cognitivo. Parallelamente, nella corteccia posteriore destra, qualche secondo prima dell’arrivo dell’intuizione, aumenta l’emissione di onde alfa a bassa frequenza, tipiche di uno stato di riposo : il “colpo di genio” avviene più facilmente a mente serena e riposata.

MISURE DI PREVENZIONE

- Conoscenza dell'auxologia
- Conoscenza delle condizioni individuali riguardanti prestazione sportiva e capacità di carico
- Conoscenza degli effetti prodotti dai carichi
- Conoscenza degli effetti di condizioni esogene
- Conoscenza dei principali rischi di traumi e di errori di carico

- La pubertà è caratterizzata da un notevole accrescimento corporeo; con l'aumento della maturità ossea diventa maggiore la sensibilità dei nuclei di accrescimento. Cambiamenti del controllo neuromuscolare provocano sollecitazioni eccessive causate soprattutto da cambiamenti dei carichi meccanici passivi.
- Lo sviluppo del muscolo come "organo di senso" si completa già a 6/7 anni, mentre occorrono almeno altri 10 anni per la sua maturazione come organo che produce lavoro meccanico.

- I metodi di allenamento coordinativi, l'apprendimento di controlli razionali della muscolatura per una postura corretta, rappresentano una buona possibilità di prevenzione delle alterazioni della capacità di carico dell'apparato locomotore e di sostegno.
- Nell'età evolutiva i carichi che producono affaticamento non rappresentano una base che serve a produrre adattamenti fisici progressivi, in quanto possono presentare rischi per un apparato locomotore e di sostegno non ancora maturi.

PRINCIPI DIRETTI A GARANTIRE LA CAPACITA' DI CARICO

- PIANIFICAZIONE DELL'ALLENAMENTO A LUNGO TERMINE E FLESSIBILE
- EVITARE AUMENTI IMPROVVISI DEL CARICO
- REALIZZARE ESAMI SISTEMATICI DELLO STATO DI SALUTE E DELLA CAPACITA' DI CARICO
- PRESTARE ATTENZIONE ALLE FASI DI SVILUPPO PSICO-FISICO, ABITUDINI ALIMENTARI, DEVIAZIONI DALLA NORMA E INSTAURARSI DI SQUILIBRI MUSCOLARI, INSUFFICIENTE CAPACITA' DI RECUPERO
- RISPETTARE I PRINCIPI DELLA PERIODIZZAZIONE DELL'ALLENAMENTO
- INSEGNARE UN REGIME DI VITA CORRETTO PER UN ATLETA
- CONTINUO FEEDBACK TRA MEDICO, PREPARATORE ATLETICO, STAFF TECNICO, STAFF DIRIGENZIALE, GENITORI

CRESCITA E MATURAZIONE ATTRAVERSO L'ALLENAMENTO SPORTIVO

- “LA RISPOSTA DI UN SOGGETTO IN ETA' EVOLUTIVA AGLI STIMOLI ALLENANTI REGOLARI NON E' SUFFICIENTE A MODIFICARE I PROCESSI DI MATURAZIONE E DI SVILUPPO DETERMINATI DAL GENOTIPO. PERTANTO STATURA E MATURAZIONE NON SONO INFLUENZATI DALL'ALLENAMENTO SPORTIVO.” (Malina)

CRITICHE ALL'ALLENAMENTO INFANTILE (Maertens)

- LO SPORT E' CONVENIENTE PER LA SALUTE PSICOFISICA DEI BAMBINI ?
- TROPPE PRESSIONI PER LA VITTORIA ?
- ALLENATORI INCOMPETENTI ?
- C'E' ANCORA GIOIA E DIVERTIMENTO ?