



SOCIETÀ ITALIANA
PER LE MALATTIE
RESPIRATORIE INFANTILI
SIMRI

Pneumologia Pediatrica

Volume 4, n. 15

Rivista trimestrale
Spedizione in A.P. - 45%
art. 2 comma 20/b
legge 662/96 Pisa
Reg. Trib. PI n. 12
del 3 giugno 2002

Organo ufficiale
della Società Italiana per le
Malattie Respiratorie
Infantili (SIMRI)

*Official Journal
of the Italian Pediatric
Respiratory Society*

Lo sport nelle malattie polmonari-1

Muscoli respiratori e
attività sportiva in età evolutiva <

Attività sportiva nel bambino e
nell'adolescente con asma <

Prevenzione e terapia dell'asma e del
broncospasmo indotto dall'esercizio fisico <

Funzionalità respiratoria nel bambino con
patologia polmonare cronica che fa sport <

Asma e Montagna <

Il bambino e l'immersione subacquea:
aspetti medici <

Direttore scientifico

Barbato Angelo (Padova)

Codirettore scientifico

Baldini Giuliano (Pisa)

Segreteria scientifica

Panizzolo Cristina (Padova)

Comitato editoriale

Bernardi Filippo (Bologna)
de Benedictis Fernando Maria (Ancona)
Fiocchi Alessandro (Milano)
Pelosi Umberto (Cagliari)
Rossi Giovanni (Genova)
Rusconi Franca (Firenze)
Tripodi Salvatore (Roma)

Gruppo Allergologia

coord. Pajno Giovanni (Messina)

Gruppo Disturbi respiratori nel sonno

coord. Brunetti Luigia (Bari)

Gruppo Educazione

coord. Indinnimeo Luciana (Roma)

*Gruppo Endoscopia bronchiale e
delle Urgenze respiratorie*

coord. Midulla Fabio (Roma)

Gruppo Fisiopatologia respiratoria

coord. Verini Marcello (Chieti)

Gruppo Riabilitazione respiratoria

coord. Tancredi Giancarlo (Roma)

Direttore responsabile

Barbato Angelo (Padova)

© Copyright 2004 by Primula Multimedia

Editore

Primula Multimedia S.r.L.
via C. Angiolieri, 7
56010 Ghezzano - Pisa
Tel. 050 877057; fax 050 877910
e-mail: info@primulaedizioni.it

Redazione

Minuti Angela

Realizzazione Editoriale

Primula Multimedia S.r.L.

Stampa

Litografia VARO - San Giuliano Terme (PI)

INDICE

SUMMARY

Editoriale	1
<i>View point</i>	
Muscoli respiratori e attività sportiva in età evolutiva	2
<i>Respiratory muscles and sports in developmental age</i>	
<i>C. Schiraldi</i>	
Attività sportiva nel bambino e nell'adolescente con asma	9
<i>Sport in child and adolescent with asthma</i>	
<i>E. Baldo, S. Opassi</i>	
Prevenzione e terapia dell'asma e del broncospasmo indotto dall'esercizio fisico	15
<i>Prevention and therapy in asthma and exercise-induced bronchospasm</i>	
<i>B. Boseggia, E. Milanesi, I. Romei, D. Peroni, G. Piacentini</i>	
Funzionalità respiratoria nel bambino con patologia polmonare cronica che fa sport	25
<i>Pulmonary function testing and sports in children with chronic respiratory disease</i>	
<i>S. Zanconato, E. Baraldi</i>	
Asma e Montagna	35
<i>Altitude and Asthma</i>	
<i>A. Gennari, E. Paolucci, A. Cogo</i>	
Il bambino e l'immersione subacquea: aspetti medici	41
<i>Children and diving: medical aspects</i>	
<i>M. Schiavon</i>	
Congressi	52
<i>Congresses</i>	
Articoli del prossimo numero	55
<i>Forthcoming articles</i>	

Dedichiamo questo e il prossimo numero della Rivista all'attività sportiva dei bambini con patologia respiratoria cronica. Ci è sembrato doveroso anche in considerazione del fatto che il Consiglio d'Europa ha decretato il 2004 "Anno Europeo della educazione attraverso lo sport".

È dimostrato da numerosa letteratura sull'argomento che l'attività motoria esercita una azione benefica sull'apparato respiratorio e cardiocircolatorio sia del bambino sano che in quello con problemi broncopolmonari, tuttavia ancora troppo spesso nella pratica di tutti i giorni ci scontriamo col pregiudizio delle famiglie, degli insegnanti, degli allenatori e anche dei medici che finiscono con il tenere lontano dalla pratica sportiva i ragazzi con problemi respiratori. Il lavoro educativo dello specialista e del pediatra di libera scelta verso il piccolo paziente e tutte le figure che gli ruotano attorno deve dedicare ampio spazio all'attività motoria ma deve essere preceduto da un'adeguata comprensione della malattia e del suo trattamento sia da parte del paziente che degli adulti che dividono con lui la giornata.

I metodi per la valutazione del grado di efficienza dell'apparato respiratorio a riposo e sotto sforzo sono ben standardizzati così come sono noti ed efficaci gli strumenti terapeutici per prevenire e curare i problemi respiratori legati alla performance sportiva. Il buon controllo clinico della patologia, il suo attento *follow-up* e una capillare istruzione al self-management sono il presupposto imprescindibile per ottenere prestazioni anche eccellenti insieme ad un corretto allenamento dei muscoli, il cui fondamentale apporto in una corretta dinamica respiratoria viene spesso sottovalutato.

La patologia respiratoria cronica di gran lunga più frequente in pediatria è l'asma e ad essa questo numero è sostanzialmente dedicato, inserendo anche alcune considerazioni su i rapporti di tale patologia con l'alta montagna e l'attività subacquea, situazioni considerate "off-limits" per l'asmatico fino a pochi anni fa, ma che ricevono sempre maggiori attenzioni dalla letteratura internazionale. Questo a dimostrazione di come una buona qualità di vita e uno sviluppo psicofisico armonioso contemplino anche la valutazione di attività sportive "estreme" che rivestono però un'importanza non marginale per alcune fasce di età come l'adolescente e il giovane adulto.

Lucetta Capra

e-mail: cpl@dns.unife.it

Angelo Barbato

e-mail: barbato@pediatria.unipd.it

Muscoli respiratori e attività sportiva in età evolutiva

Respiratory muscles and sports in developmental age

Parole chiave: muscoli respiratori, attività fisico-sportiva, età evolutiva

Key words: *respiratory muscles, physical training, developmental age*

Riassunto. L'efficienza della muscolatura respiratoria è importante nella fisiologia e fisiopatologia dell'apparato respiratorio sia in condizioni basali sia durante sforzo ed esercizio fisico. L'attività fisica e lo sport sono estremamente importanti durante le fasi di accrescimento di tutti gli organi ed apparati dei bambini e giovani. Un giusto e adeguato allenamento per migliorare lo sviluppo e l'efficienza dell'apparato respiratorio e in particolare dei muscoli respiratori e la scelta dello sport sono perciò fondamentali nella crescita dei giovani.

Summary. *Respiratory muscles efficiency is important for the respiratory system physiology and pathology both in basal standing and during effort and physical exercise. Sports and, in general, physical activities are very important during the growth stages of the organs and apparatuses of children and young individuals. The correct and adequate training activity improve the development and efficiency of the respiratory apparatus overall, and of the respiratory muscles specifically. Therefore, the choice and practice of a sport is extremely important for patients in young age.*

Accettato per la pubblicazione il 3 agosto 2004.

Corrispondenza: Dott. Claudio Schiraldi, U.O. di Pneumologia, Azienda Ospedale-Università di Padova, Via Giustiniani 2 - 35128 Padova; e-mail: claudio.schiraldi@tin.it

È ormai nozione comune che svolgere attività fisica, fin dall'età evolutiva, aiuti e favorisca lo sviluppo armonico dell'organismo ed eviti una patologia frequente nella nostra società, "la malattia ipocinetica", caratterizzata da ridotto trofismo dei muscoli scheletrici e alterazioni di vari organi ed apparati. Anche l'apparato respiratorio risente di questa patologia con peggioramento di tutte le capacità funzionali: diminuita ventilazione massimale, perdita di elasticità polmonare, ridotta efficienza dei muscoli respiratori, riduzione degli scambi gassosi (1).

Possiamo considerare l'apparato respiratorio formato da 2 entità funzionali:

1. il sistema destinato agli scambi gassosi (polmoni);
2. il sistema di ventilazione, cioè "la pompa" che fa circolare i gas.

Questa "pompa" ventilatoria consiste in:

- centri respiratori;

- nervi periferici;
- muscoli respiratori;
- parete toracica (gabbia toracica, addome, diaframma).

Ogni alterazione a carico di questa catena induce ipoventilazione quindi ipossiemia e/o ipercapnia e quindi *insufficienza respiratoria* (2).

La gabbia toracica è formata da elementi rigidi articolati tra loro in modo che l'azione coordinata dei muscoli inspiratori (MMIII) porti ad un'omogenea e armoniosa espansione del volume toracico. Il movimento delle coste, che ruotano intorno all'asse della loro articolazione con le vertebre, è diverso; quelle superiori si muovono in alto e avanti (tipo manico di pompa), quelle inferiori in avanti e in fuori (tipo manico di secchio) (3). Anche l'articolazione con lo sterno è diversa: più rigida a livello delle prime coste, per cui la parte superiore della gabbia toracica è obbligata ad un

Tabella 1 Muscoli respiratori.

	Inspirazione	Espirazione
Principali (In condizioni basali)	Diaframma Intercostali esterni	Intercostali interni (ritorno elastico del polmone) (surfactante) (azione delle gabbia toracica)
Accessori (Durante sforzo)	Sternocleidomastoideo Scaleni Pettorali Dentato ant. Dentato post.sup. Iliocostale super. Trapezio	Addominali Obliqui (esterno, interno) Triangolare dello sterno Dentato post-inf. Quadrato dei lombi Gran dorsale
	Inspirazione <i>Diaframma:</i> muscolo a forma di cupola, innervato dal nervo frenico. Durante la respirazione normale si abbassa di 1-2 cm, mentre durante la respirazione forzata può superare i 10 cm. Nei soggetti normali vi è un'ampia variabilità dell'escursione diaframmatica. <i>Intercostali esterni:</i> sollevano e allargano la gabbia toracica: La loro azione aumenta le dimensioni anteroposteriori del torace e solleva le coste verso l'alto. <i>I mm accessori</i> svolgono il loro ruolo prevalentemente durante esercizio.	Espirazione La fase espiratoria, come detto, è passiva nella normale respirazione: il volume polmonare diminuisce per effetto del ritorno elastico polmonare. Durante le manovre forzate o esercizio c'è un attivo movimento dei muscoli. <i>mm.addominali:</i> la loro contrazione spinge il diaframma verso l'alto nella cavità toracica e fanno abbassare la parte anteriore del torace. <i>Intercostali interni:</i> riducono il volume toracico.

movimento solidale, più lassa per le ultime coste, che hanno maggior possibilità di muoversi indipendentemente. Nei casi in cui compaiono disturbi della funzione e coordinazione dei MMII (per esempio, esercizio fisico strenuo, asma, fatica, etc.) si può notare una dissociazione tra movimento della gabbia toracica superiore e inferiore (4). I muscoli respiratori sono importanti per la funzione respiratoria sia in condizioni sedentarie che durante lavoro muscolare. La loro funzione principale è quella di mantenere livelli di ventilazione appropriati alle esigenze dell'organismo.

I muscoli coinvolti nella respirazione (tralasciando i MM delle vie aeree superiori, che recentemente sono stati presi in considerazione per la relazione che hanno con le apnee ostruttive del sonno) possono essere distinti in inspiratori ed espiratori,

in principali ed accessori (Tabella 1). La loro funzione, poi, dipende anche dal tipo e modalità di respirazione: nel soggetto normale, a riposo, l'espirazione viene detta "passiva" perché non c'è intervento di muscoli; questi intervengono quando la ventilazione si avvicina o supera il 50% della MVV (massima ventilazione volontaria). Nella fase inspiratoria il muscolo più importante ed attivo è il diaframma (5).

Normalmente il lavoro respiratorio è basso ed è sostenuto prevalentemente dai MMII: sono uguali a tutti gli altri MM striati, ma hanno anche la capacità di contrarsi con ritmo regolare per tutta la vita, in modo simile al miocardio (sono sotto controllo sia autonomo che volontario) (5).

Le proprietà contrattili di un muscolo dipendono dalla composizione delle fibre, che vengono suddivise in tre tipi:

Tipo I	Tipo IIa	Tipo IIb
• Alto potenziale ossidativo	• Alto potenziale ossidativo	• Bassa capacità ossidativa
• Lenta velocità di contrazione	• Rapida velocità di contrazione	• Prevalente attività glicolitica
• Produzione di bassa tensione	• Moderata tensione	• Alta velocità di contrazione
• Alta resistenza alla fatica	• Alta resistenza alla fatica	• Produzione di tensioni elevate
		• Scarsa resistenza alla fatica

Il diaframma è formato dal 55% di fibre tipo I, 25% tipo IIa e 20% tipo IIb, contiene quindi l'80% di fibre ossidative, resistenti alla fatica. I MM intercostali hanno caratteristiche simili, con lieve prevalenza di "fibre rapide". I MM respiratori hanno una notevole riserva funzionale nei confronti della fatica, conservando anche la capacità di rispondere all'aumento della frequenza respiratoria. Le percentuali delle fibre, come in tutti i muscoli, possono variare in seguito ad allenamento o atrofia muscolare (5).

La capacità di resistenza di un muscolo dipende anche dal flusso ematico; i MMII hanno, anche in condizioni basali, un notevole flusso ematico. Possiamo così riassumere le caratteristiche:

Muscoli respiratori
• 6% del peso corporeo
• si contraggono circa 12 volte/min
• pompano circa 800 cc di aria
• utilizzano 1-2% del VO ₂ tot.
• lavorano al 5% della massima capacità
In particolari condizioni (iperventilazione, esercizio fisico, aumentate resistenze delle vie aeree) i mm resp. sono in grado di aumentare la perfusione più di altri organi, fino a 200-400 ml/100 g/min (il cuore arriva fino a 500, mentre lo scheletro non supera i 100). Il consumo di ossigeno può raggiungere il 15-19% del totale (6)

In particolari condizioni (iperventilazione, esercizio fisico, aumentate resistenze delle vie aeree) i mm respiratori sono in grado di aumentare la perfusione più di altri organi, fino a 200-400 ml/100 g/min (il cuore arriva fino a 500, mentre lo scheletro

non supera i 100). Il consumo di ossigeno può raggiungere il 15-19% del totale (6).

I più importanti fattori che possono portare una ridotta o insufficiente funzione del MMII sono:

- la riduzione dello stimolo nervoso;
- la debolezza dei muscoli respiratori;
- la fatica muscolare.

Gli ultimi 2 fattori sono abbastanza simili nell'effetto perché i muscoli si trovano in una situazione in cui vi è una richiesta che supera la loro capacità di generare forza. Dobbiamo specificare, però che mentre nel caso della "debolezza muscolare" la difficoltà si ha nel caso di carichi normali, nella fatica muscolare l'incapacità di sviluppare forza si ha in un muscolo che funziona normalmente contro carichi aumentati. Infine la fatica è reversibile in un certo arco di tempo, la debolezza potrebbe essere permanente (5).

Dopo queste brevi e concise premesse si può comprendere quale importanza abbia il movimento e l'esercizio fisico, fin dalla giovane e giovanissima età, sia nello sviluppo generale sia in quello dell'apparato respiratorio.

L'allenamento ben condotto apporta benefici a tutti gli organi ed apparati e tra questi citiamo solo quelli che terremo in considerazione in questa trattazione (7):

- *muscoli e articolazioni*: aumento tono e trofismo, miglioramento della forza ed elasticità, potenziamento equilibrato dei muscoli del tronco e addome;
- *apparato respiratorio*: miglioramento dell'assunzione di ossigeno a livello degli alveoli, volumi polmonari, elasticità ed efficienza dei MM respiratori (accessori).

Esistono, però degli effetti negativi dell'esercizio fisico:

- *danni a carico dell'apparato muscolo-scheletrico e articolare*: carichi eccessivi con posture errate durante l'attività possono portare alterazioni

- l'apparato respiratorio, durante esercizio, risponde prevalentemente modificando la frequenza respiratoria (similmente si comporta il cuore).

In questo caso più che di attività sportiva possiamo parlare di gioco e attività motoria. "Insegnare" a camminare, correre, lanciare, saltare (ed anche "cadere"), associando anche vari movimenti, in modo da acquisire una giusta coordinazione è forse la cosa più importante. Da evitare attività prolungate e soprattutto ripetitive e quindi monotone.

B. 8-11 anni:

- l'apparato muscolo-scheletrico subisce un relativo consolidamento perché si riduce la spinta in altezza e aumentano i diametri trasversi del tronco;

- le costole iniziano ad abbassarsi, aumenta la capacità vitale;

- migliora l'efficienza dell'apparato respiratorio con aumento dell'ampiezza dell'atto respiratorio.

In questa fase oltre a migliorare e perfezionare le abilità motorie si può iniziare a praticare specifiche discipline sportive, secondo le preferenze e sempre sottoforma soprattutto di gioco.

In queste due fasi è molto difficile l'allenamento della forza massimale e della forza alla resistenza, mentre si può agire sulle capacità coordinative, sulle qualità di rapidità (velocità di movimento, tempi di reazione) e di resistenza (miglioramento del VO_2).

C. 11-13 anni (12-13 maschi - 10-12 femmine):

- l'apparato muscolo scheletrico presenta un aumento in lunghezza soprattutto a carico degli arti a cui non sempre segue un eguale sviluppo muscolare;

- l'apparato respiratorio (come quello cardiaco) non riesce ancora ad essere adeguato alle richieste di un maggior impegno fisico.

Questa fase, ancora molto incerta, permette sempre un buon sviluppo di tutte le capacità motorie, a cui si può aggiungere un miglioramento del trofismo muscolare che potrebbe essere utile per evitare certi atteggiamenti viziosi (per es. paramorfismi). Inizia anche una certa differenza dello sviluppo della forza tra i due sessi.

D. dopo 13 anni per i maschi 14 per le femmine:

- con le differenze dovute, l'apparato scheletrico tende ad una precisa definizione e l'apparato muscolare migliora la sua efficienza soprattutto nei maschi;

- a carico dell'apparato respiratorio c'è un ulteriore miglioramento degli scambi gassosi e della sua

efficienza (anche il cuore aumenta di volume, di forza contrattile).

È forse il momento della scelta definitiva della disciplina sportiva e in questa fase è sempre importante da parte del tecnico o allenatore continuare a sviluppare quelle qualità motorie che in alcuni sport tenderebbero ad essere secondarie o trascurate.

Tornando ai muscoli respiratori, siamo in grado, come per tutti i muscoli scheletrici, di allenarli per migliorare e sviluppare la forza, l'accorciamento e la resistenza sia in soggetti normali sia in pneumopatici (4, 5). Diventa quindi significativo fin dalla giovane età la pratica di attività fisiche o sport. Ritengo però importante, soprattutto in età evolutiva, la pratica di varie discipline associate tra loro che possano essere utili nello sviluppo coordinativo, muscolare, cardiocircolatorio e respiratorio. Infatti in un lavoro che valutava la performance dei MM respiratori nel triathlon (nuoto-ciclismo-corsa in unica gara) sembra dimostrato che la corsa, ultima prova, non incrementa la fatica dei MMII presente alla fine della frazione di ciclismo, ma è il tipo di disciplina che influenza la forza dei muscoli stessi. Il ciclismo appare più "costrittivo" per i MMIII rispetto alla corsa per la posizione assunta sulla bicicletta, che aumenta il lavoro dei muscoli addominali e del diaframma. La corsa, con la sua posizione eretta, è più vantaggiosa per il lavoro sia del diaframma che dei muscoli toracici (13)

Un adattamento dell'apparato respiratorio all'allenamento, soprattutto negli sport di *endurance*, è l'aumento delle capacità di lavoro dei muscoli espiratori che possono sostenere livelli di ventilazione elevati per periodi prolungati (14).

Quasi tutte le attività sportive, se ben condotte, possono soddisfare le varie problematiche fin qui affrontate; per i giovani e giovanissimi forse vengono meglio accettate le discipline sportive di gruppo; non bisogna però dimenticare sport che sviluppano contemporaneamente le capacità coordinative e quelle motorie, interessando numerosi gruppi muscolari (nuoto, sci, jogging, ginnastica artistica, atletica, etc.) Numerosi studi ormai hanno chiaramente dimostrato quanto sia efficace nel miglioramento dei sintomi l'attività sportiva nei soggetti asmatici, soprattutto in giovane età (8). Allenamenti intensi e prolungati hanno assunto importanza nel fenomeno della broncodilatazione da sforzo (BIEF): nei soggetti (atleti) che presentavano questi sintomi, con il passar del tempo (e con gli allenamenti), non è stato più riscontrato broncospasmo da sforzo.

Oltre al trattamento farmacologico, alla produzione di catecolamine e cortisolo durante esercizio fisico, il miglioramento che si ottiene è anche dovuto al significativo miglioramento della ventilazione e dell'efficienza della muscolatura respiratoria (1).

Vorrei infine spendere alcune parole su un altro aspetto che ritengo fondamentale nella formazione fisica generale e nel contempo dell'apparato respiratorio: l'*educazione respiratoria*:

Le culture e filosofie orientali hanno tenuto sempre in gran considerazione "il respiro" e hanno sviluppato delle tecniche di respirazione rivolte ad un completo benessere fisico e psichico (15).

Le tecniche di respirazione vengono anche utilizzate nella "ginnastica correttiva" per migliorare gli atteggiamenti viziati e i paramorfismi.

I benefici dell'educazione respiratoria nella formazione fisica di base si possono riassumere in:

- miglioramento dell'elasticità della gabbia toracica;
- aumento della funzione ed efficienza dell'apparato respiratorio *in toto*;
- miglioramento nel mantenere una giusta e corretta postura;
- controllo degli stati ansioso-emotivi (controllo della concentrazione, rilassamento);
- maggior efficienza fisica generale.

Bibliografia

1. Todaro A, Faina M. *L'attività sportiva nei soggetti asmatici*. Roma: MGA Ed. Scientifiche 1999.
2. Ambrosino N, Nava S. *La fatica muscolare respiratoria nella pratica clinica*. RMP 1990; 308.
3. Fiorina A. *Elementi di riabilitazione respiratoria*. Napoli: S.E.S. 1991.
4. Ambrosino N, Corsico R, Fracchia C, Rampulla C. *Riabilitazione nelle malattie respiratorie*. Torino: Ed. UTET 1996.
5. Fraser RS, Muller NL, Colman N, Parè PD. *Diagnosi delle malattie del torace*. Roma:Verducci Ed. 2001.
6. Wassermann K, Hansen JE, Sue DY, et al. *Principles of exercise testing and interpretation*. Philadelphia: Ed. Lippincott William & Wilkins 1999.
7. Gribaudo CG, Ganzit GP. *Medicina dello sport*. Torino: Ed. UTET 1988.
8. Rossi A. *Patologia broncostruttiva e attività sportiva*. Ed. SIP Sport 1999.
9. Schiraldi C, Welte P. *Stress ossidativo e attività sportiva*. Sport e medicina 2003; 20: 3-4.
10. Hahn E. *L'allenamento infantile*. Roma: Soc. Stampa Sportiva 1986.
11. Cagnazzo F, Cagnazzo R. *Antropobiologia e antropometria applicata all'attività fisica e allo sport*. Milano: Edi-ermes 1993.
12. Carbonaro G, Madella A, Manno F, et al. *La valutazione nello sport dei giovani*. Roma: Soc. Stampa Sportiva 1988.
13. Boussana A, Galy O, Hue O, et al. *Gli effetti della frazione di ciclismo e di corsa sulla performance dei muscoli respiratori nei triatleti*. Int J Sports Med 2003; 24: 63-70.
14. Field S, Kelly SM, Macklem PT. *The oxygen cost of breathing in patients with cardiorespiratory disease*. Am Rev Respir Dis 1982; 126: 9-13.
15. Yogamurti RR, Deotto Salimei M. *Ci-Kung*. Roma: Ed. Mediterranee 1983.

Ermanno Baldo, Stefania Opassi *

U.O. di Pediatria, Ospedale "S. Maria del Carmine", Rovereto; * Pediatra di libera scelta, Trento

Attività sportiva nel bambino e nell'adolescente con asma

Sport in child and adolescent with asthma

Parole chiave: asma, reattività bronchiale, asma da sforzo, allenamento, attività fisica, sport

Key words: asthma, bronchial responsiveness, exercise induced asthma (EIA), training, physical activity, sport

Riassunto. La partecipazione all'attività fisica è importante per il normale sviluppo psicosociale, la conquista di fiducia in se stessi ed è particolarmente importante nei bambini con l'asma. L'attività fisica e sportiva possono provocare asma da sforzo nei pazienti asmatici, ma un allenamento regolare contribuisce alla gestione dell'asma e al controllo dell'EIA. L'allenamento fisico non ha effetti sulla funzionalità polmonare, ma determina un miglioramento della risposta cardiopolmonare allo sforzo. Nei bambini con asma la reattività bronchiale aumenta invece con il diminuire dell'attività fisica. È dimostrato che l'asma non costituisce un limite per la partecipazione all'attività sportiva. Molti atleti asmatici sono riusciti a diventare i migliori nella loro specialità. C'è una differenza, tra sport di potenza e di resistenza, in termini di performance aerobica e anaerobica ed è noto che alcuni sport comportano meno rischi per i soggetti asmatici. Il nuoto è meglio della corsa, ma oggi chi soffre di asma dispone di misure per prevenire un attacco durante l'attività fisica. Con una terapia appropriata, i bambini con EIA sono in grado di partecipare allo sport e di mantenere normali livelli di attività. La partecipazione all'attività fisica deve essere incoraggiata nella gestione dell'asma.

Summary. Participation in physical activity is an important part of a child's normal psychosocial development and self-esteem, and it is particularly important in children with asthma. Physical training may provoke EIA in asthmatic patients, yet regular training may contribute to the management of asthma and to mastering EIA. Physical training has no effect on resting lung function, but lead to an improved cardiopulmonary and physical fitness. Conversely, the bronchial responsiveness in children with asthma increases with the decreasing of physical activity. It is demonstrated that asthma does not have to limit participation in sports. Many asthmatic athletes have succeeded in being the very best with their field of sport. There is a clear difference between power and endurance sports in terms of anaerobic and aerobic performance. It is well know that some sport involves less risk for asthmatic subjects than others. For instance, swimming is better than running, but asthmatic subjects today have a whole range of measures to prevent an attack during exercise. With appropriate therapy, children with EIA are able to participate in sports and in normal activity. Participation in physical activity must be encouraged in mastering of asthma.

Accettato per la pubblicazione il 4 agosto 2004.

Corrispondenza: Dott. Ermanno Baldo, U.O. di Pediatria, Ospedale "S. Maria del Carmine", P.le S. Maria, 38065 Rovereto (TN); e-mail: baldoe@rov.apss.tn.it

Introduzione

Il movimento e l'attività fisica sono per il bambino gioco, piacere fisico, socializzazione con i coetanei e scoperta di sé, ma anche aspetti importanti nello sviluppo del bambino e dell'adolescente. Da molto tempo è accettato che "una certa quantità di attività fisica è indispensabile, durante l'età evolutiva, per assicurare una normale crescita" (1) e che l'attività fisica è parte importante di un sano stile di vita (2) in grado di condizionare il benessere fisico fino all'età adulta (3). Questo è vero anche per il

bambino e l'adolescente con patologia respiratoria e asma, nei quali invece si osserva una riduzione dell'attività motoria a causa dei problemi respiratori. L'asma diviene allora una condizione invalidante, in cui l'iperprotezione familiare ed il timore dell'ostruzione bronchiale, che compare con lo sforzo (EIA, exercise induced asthma), costringono il bambino a livelli di attività fisica ridotta rispetto ai coetanei con rischio di isolamento ed emarginazione. Questo è stato documentato confrontando i livelli di attività fisica in bambini con e senza asma.

I bambini con asma sono meno attivi dei loro coetanei e la gravità della malattia, assieme alla preoccupazione dei genitori, è in grado di predire quale sarà il livello della loro attività fisica (4). La percezione di un problema così importante spiega l'attenzione riservata all'attività sportiva nel bambino e nell'adolescente con asma (5). L'ostacolo che va superato è l'asma provocata dall'attività fisica. Si manifesta con tosse secca e stizzosa, fischi e sibili espiratori, talvolta dispnea o anche isolato senso di costrizione toracica riferito talvolta come dolore retrosternale o astenia importante, alla fine di uno sforzo fisico continuo di tipo aerobico, di intensità submassimale (ad una frequenza cardiaca di 140-170 battiti/min) e della durata di 6-8 minuti.

Asma da sforzo

L'asma da sforzo è più spesso descritta come EIA (exercise-induced asthma), talvolta come EIB (exercise-induced bronchoconstriction). Quest'ultima definizione è usata per indicare la riduzione della funzione polmonare dopo un test da sforzo standardizzato (6) o per individuare una condizione transitoria, diversa dall'EIA, nella quale non è dimostrabile il substrato infiammatorio tipico dell'asma (7). L'EIA è un quadro piuttosto frequente, soprattutto in età pediatrica, con prevalenze riportate del 70-85% negli asmatici, che non ricevono un trattamento di fondo antinfiammatorio; del 70% negli allergici non asmatici e del 30-40% nei bambini con rinite allergica (6, 8). È inoltre evocabile nel 50% dei bambini asmatici con storia negativa per asma da sforzo, se sono sottoposti a test da sforzo standardizzato (9). Talvolta l'EIA può essere l'unico sintomo di asma ma più spesso è espressione di un quadro più complesso, con un insufficiente controllo dei sintomi e dell'infiammazione bronchiale e con una spiccata broncolabilità. Lo sforzo è solo uno degli stimoli che possono indurre broncospasmo (10). Si tratta però dello stimolo più frequentemente in grado di provocare sintomi asmatici nel bambino e nell'adolescente (11, 12). I meccanismi con cui l'esercizio è in grado di indurre broncospasmo sono principalmente legati alle variazioni della mucosa bronchiale, indotte dall'iperventilazione, mentre altri fattori, il tipo di sforzo e le condizioni ambientali ed atmosferiche in cui avviene, possono amplificare l'intensità della risposta bronchiale. La respirazione di aria fredda

e secca associata all'elevata ventilazione raffredda e deumidifica la mucosa bronchiale (13). Il conseguente aumento dell'osmolarità del liquido periciliare è, poi in grado, di stimolare il rilascio dei mediatori cellulari (14) e fra questi anche dei leucotrieni. Un ulteriore meccanismo alla base della broncostruzione è di tipo vascolare. Il raffreddamento indotto dall'iperventilazione determinerebbe prima vasocostrizione, poi edema ed iperemia con il ripristino del volume ematico nei plessi peribronchiali (15). L'asma da sforzo ha così un andamento difasico. Alla fine dello sforzo una breve broncodilatazione, legata all'increzione di catecolamine circolanti, precede l'ostruzione bronchiale, che compare dopo 3-6 minuti con una riduzione dei parametri respiratori correlata alla gravità dell'asma di base. La broncostruzione si risolve di solito spontaneamente in 40-60 minuti. Solo occasionalmente il broncospasmo indotto dallo sforzo richiede per la sua gravità, di essere trattato con un broncodilatatore, ma altri fattori possono condizionarne la severità: le virosi respiratorie e la carica allergenica ambientale soprattutto, ma anche le condizioni climatiche e l'inquinamento atmosferico. La respirazione di aria calda e umida è in grado di inibire la comparsa del broncospasmo. Questo è motivo per promuovere anche una buona respirazione nasale, che garantisce normalmente l'umidificazione ed il riscaldamento dell'aria inspirata. L'asma da sforzo è seguita da un periodo refrattario di circa due ore, durante il quale un ulteriore sforzo non causa sintomi o, al più, sintomi molto lievi (16). Esercizi fisici ripetuti a brevi intervalli fra loro possono non causare asma e questo è molto importante per i programmi di attività fisica nei soggetti asmatici.

Come fare attività fisica e sportiva

Qui ci occuperemo più estesamente della prevenzione non farmacologica e degli effetti del training nella riabilitazione dell'asma. L'EIA dipende dal tipo di sforzo e dalle condizioni in cui avviene. L'asma, che si manifesta dopo l'esercizio fisico, può essere ridotta praticando attività sportiva in un ambiente caldo-umido come in piscina o evitando lo sforzo all'aperto in giornate fredde quando si dovrebbero preferire attività in palestra. Se poi si vuole praticare sport all'aperto è consigliata la protezione con una sciarpa o con maschere anti-freddo (17) garantendo sempre una buona respirazione

nasale. Oltre al freddo dovrebbero essere evitate condizioni ambientali con aria particolarmente secca o inquinata o attività sportive in zone e periodi con un'alta concentrazione di allergeni, per i quali sia nota una sensibilizzazione, come succede per i pollini. Altro aspetto importante è costituito dalla pratica del preriscaldamento. Il presupposto teorico è basato sull'osservazione che solo uno sforzo submassimale e di durata sufficiente (5-10 minuti) causa ostruzione bronchiale mentre l'allenamento intermittente rafforza la resistenza ed evita l'asma (18). L'allenamento intermittente dovrebbe indurre il periodo refrattario attraverso un graduale adattamento cardiorespiratorio allo sforzo fisico. Sono stati proposti vari schemi di esecuzione, il più diffuso prevede brevi corse veloci di 15 - 20", alternate a 1-2' minuti di corsa lenta da ripetere almeno sei volte o per un periodo di 15 - 20 minuti. L'*interval training* consiste in periodi brevi di attività più intensa intercalati a periodi con carico di lavoro di minore intensità. Altrettanto importante che le sessioni di allenamento abbiano una durata di 45 - 60' minuti e una frequenza di due tre volte la settimana. Tutto ciò è certamente di grande aiuto perché il bambino con asma possa praticare sport, ma resta pur sempre centrale il tema del perché a un bambino o a un adolescente asmatici debba essere consigliata l'attività sportiva.

Perché lo sport

Innanzitutto perché una regolare attività fisica e sportiva è in grado di migliorare la condizione fisica e la tolleranza allo sforzo nel soggetto con asma sotto controllo (19-21). Per attività come la corsa o il nuoto sono state documentate una diminuzione dei sintomi e la riduzione della gravità dell'asma (22-24). Questo permette di ipotizzare che l'attività fisica sia parte importante nel mantenimento del benessere nel bambino con asma. La comparazione dei livelli di attività fisica fra i bambini con e senza asma ha consentito di rilevare che i bambini con asma sono meno attivi dei coetanei e che la preoccupazione dei genitori e la severità della malattia sono in grado di predire i livelli di attività fisica per il bambino con asma. Da questo è nata la proposta di utilizzare la valutazione del livello di attività fisica come indicatore del controllo dell'asma (25). Ciò troverebbe conferma anche nella dimostrata correlazione inversa fra broncoreattività

(BR), misurata mediante test alla metacolina, e ore settimanali dedicate all'attività fisica. Nei bambini con asma la BR aumenta quando le ore di attività diminuiscono e questo non è invece dimostrato in soggetti senza asma (26). D'altra parte è noto che l'allenamento progressivo all'esercizio fisico abitua il soggetto con asma a sforzi sempre più intensi e sposta più in alto la soglia asmogena migliorando la sua sensazione di benessere. Riduce la richiesta di farmaci e aumenta anche la tolleranza per lo sforzo respiratorio che si accompagna all'asma (27). Questo ha portato ad ipotizzare una "sports therapy" come parte di un programma di riabilitazione per l'asma del bambino e dell'adolescente (28) e in qualche caso è stato documentato, con una maggior tolleranza allo sforzo, un miglioramento nell'abilità fisica, una diminuzione dell'ansia collegata all'attività sportiva, ed anche una diminuzione della broncoirritabilità e dell'E.I.A (29). A questo tema è stata dedicata una revisione Cochrane, che ha preso in considerazione i trial randomizzati in soggetti asmatici con età superiore agli otto anni coinvolti in programmi di training mediante attività fisica (30). Sono stati inclusi nella meta-analisi otto studi la cui valutazione ha consentito di confermare, che l'allenamento fisico non ha effetti sulla funzionalità polmonare valutata con i parametri spirometrici, né sul numero degli episodi di wheeze, mentre migliora l'adattamento cardiorespiratorio e la tolleranza allo sforzo. Stesse conclusioni sono rintracciabili in una successiva meta-analisi (31), sottolineando che attende ancora spiegazione, come un miglioramento della condizione fisica possa tramutarsi in una riduzione dei sintomi asmatici e un miglioramento nella qualità della vita. Studi controllati, sugli effetti dell'allenamento fisico sulla funzione cardiopolmonare, in bambini ed adolescenti con asma sono riusciti a documentare che è possibile condurre programmi di training in bambini con asma e asma da sforzo (32) e che programmi di training ad alta intensità con attività aerobica ed anaerobica possono essere tollerati in bambini con asma lieve-moderata (20). Anche alcuni lavori, nati, negli anni Ottanta, attorno al gruppo di Studio di Broncopneumologia pediatrica, avevano indagato e confermato singoli aspetti legati a programmi di training per l'asma. La diminuzione degli episodi di asma e del consumo di farmaci e il positivo effetto psicologico, che un'attività fisica adeguata esercita sul bambino asmatico e la sua famiglia. È stato utilizzato l'allenamento con

lo sci di fondo per 3 volte la settimana per 8 settimane (27). Il nuoto come attività di gruppo (21) utile anche per approfondire l'approccio psicologico al bambino asmatico ed alla sua famiglia (22). Un programma di training in palestra per bambini asmatici (33). Un programma di fisioterapia, che utilizzava esercizi di rilassamento, respirazione diaframmatica e attività sportiva (34). Sono state esperienze fra loro assolutamente diverse, che testimoniano come si è sviluppato l'interesse per l'attività fisica e sportiva come strumento utile nella gestione dell'asma. Oggi ci poniamo l'obiettivo, che i bambini e gli adolescenti con asma mantengano normali livelli di attività (35). Con terapia appropriata, anche i bambini che presentano asma da sforzo possono partecipare alle attività sportive (36). L'attività fisica e sportiva è utile nella gestione dell'asma anche se non cambia l'iperattività bronchiale e la funzionalità bronchiale.

Quale sport

I successi di molti atleti asmatici stanno a dimostrare che non vi sono veri limiti per la pratica sportiva a causa dell'asma (37) ma vi è una differenza fra sport di potenza e di resistenza in termini di performance aerobica e anaerobica e il nuoto è certamente migliore della corsa in quanto ha capacità di stimolare la brocoreattività aspecifica. Il nuoto viene comunemente consigliato come attività ideale per il bambino con asma (38) anche se bisogna prestare attenzione alle proprietà irritanti aspecifiche del cloro presente nell'acqua delle piscine (39). Una bassa capacità di stimolare asma hanno pure altre attività acquatiche come il kayak e la canoa. Un rischio intermedio è attribuito invece a sport di squadra (volley, basket, pallamano, hockey) e ad attività di destrezze come la ginnastica e la scherma, nei quali vi è un'alternanza di attività aerobica e anaerobica, ma soprattutto brevi periodi di attività continuativa con un conseguente

basso rischio di asma da sforzo. Anche lo sci di fondo è raccomandato per i soggetti con asma, non solo perché attività poco asmogena ma anche perché rappresenterebbe un buon esercizio di rieducazione respiratoria, grazie al gesto sportivo cadenzato con l'atto respiratorio e in grado di favorire in modo armonico e simmetrico lo sviluppo di tutta la muscolatura (27). Simile allo sci di fondo per lo sforzo armonico e simmetrico è la marcia. Le attività più asmogene sono considerate la corsa libera e il ciclismo. Non sono per questo bandite, ma sono certamente dipendenti dal livello di allenamento, dal clima e dal ruolo degli allergeni ambientali e richiedono più spesso di essere precedute da adeguata premedicazione. Controindicazioni assolute rimangono nell'asma: l'uso dei respiratori subacquei, l'attività fisica in alta quota e gli sport motoristici. La scelta dell'attività sportiva deve essere subordinata alla gravità del quadro asmatico e all'uso adeguato della terapia farmacologica di fondo, senza scordare i controlli clinici nel tempo. Solo per l'asma grave e persistente vi è una controindicazione alla pratica sportiva.

Conclusioni

Potremmo ancora oggi sottoscrivere quanto Oseid scriveva nel 1983: "la funzione polmonare non viene modificata dall'attività sportiva, ma il soggetto asmatico presenta tuttavia miglioramenti di ordine clinico, sociale, emozionale e mentale derivanti dalla sua partecipazione a programmi sportivi" (18).

La pratica sportiva è utile per la crescita e per l'equilibrio psicosociale del bambino e dell'adolescente con asma. È un buon supporto per il controllo della malattia e per il miglioramento della *compliance* terapeutica. La pratica sportiva ed un adeguato livello di attività fisica vanno quindi incoraggiati come parte importante nel piano di gestione dell'asma bronchiale in età pediatrica.

Bibliografia

1. De Toni E, Aicardi G. *Effetti dell'attività motoria sull'accrescimento*. Prospettive in Pediatria 1986; 61: 5-12.
2. Sallis JF, McKenzie TL, Alcaraz JE. *Habitual physical activity and health-related physical fitness in fourth-grade children*. Am J Dis Child 1993; 147: 890-896.
3. Harsha DW. *The benefits of physical activity in childhood*. Am J Med Sci 1995; 310: S109-S113.
4. Lang DM, Butz AM, Duggan AK, Serwint JR. *Physical activity in urban school-aged children with asthma*. Pediatrics 2004; 113: e341 - e 346.
5. Baldini G, Baracchini-Muratoio G. *La rieducazione fisica del bambino asmatico con lo sport*. 1984; Atti 2° Congresso Nazionale di Broncopneumologia Pediatrica: 16-17.
6. Carlsen K-H, Carlsen KCL. *Exercise-induced asthma*. Ped Respir Rev 2002; 3: 154-160.
7. Hermansen CL. *Exercise-induced bronchospasm vs. exercise-induced asthma*. Am Fam Physician 2004; 69: 808.
8. Godfrey S. *Exercise induced asthma: clinical, physiological and therapeutic implication*. J Allergy Clin Immunol 1975; 56: 1-17.
9. Ottolenghi A, Comio S. *Attività sportive nel bambino asmatico*. Edit- Symposia 2003; 2: 237-241.
10. GINA, National Institute of Health: global strategy for asthma management and prevention NHLBI/WHO Report; 2002; pag 7.
11. Godfrey S. *Update on exercise induced asthma*. 1984; Atti 2° Congresso Nazionale di Broncopneumologia Pediatrica: 11-12.
12. Clark CJ, Cochrane LM. *Physical activity and asthma*. Curr Opin Pulm Med 1999; 5: 68-75.
13. Chen WY, Horton DJ. *Heat and water-loss from the airways and exercise-induced asthma*. Respiration 1977; 34: 305-313.
14. Lee TH, Nagatara T, Papageorgiou N, et al. *Mediators in exercise-induced asthma*. J Allergy Clin Immunol 1994; 73: 634-639.
15. Gilbert IA, McFadden ER jr. *Airway cooling and rewarming, the second reaction sequence in exercise-induced asthma*. J Clin Invest 1992; 90: 699-704.
16. Bar-Yishay, Godfrey S. *Mechanism of exercise-induced asthma*. Lung 1984; 164: 195-204.
17. Nisar M, Spencer ED, Haycock J. *A mask to modify inspired air temperature and humidity and its effect on exercise-induced asthma*. Thorax 1992; 47: 446 -450.
18. Oseid S, Edwards AM (eds). *The asthmatic child in play and sport*. London: Pitman Books Ltd. 1983.
19. Santuz P, Baraldi E, Filippone M, Zacchello F. *Exercise performance in children with asthma: is it different from that of healthy controls?* Eur Respir J 1997; 10: 1254-1260.
20. Counil FP, Varray A, Matecki S, et al. *Training of aerobic and anaerobic fitness in children with asthma*. J Pediatr 2003; 142: 179-184.
21. Baldini G. *Malattie respiratorie infantili e sport*. Riv Ital Ped (I.J.P.) 1987; 13: 553-555.
22. Baldini G, Bonfanti R, Castelli S, et al. *La rieducazione fisica del bambino asmatico con lo sport*. Atti II° Congresso Nazionale di Broncopneumologia Pediatrica, 1984; 31.
23. Matsumoto I, Araki H, Tsuda K, et al. *Effect of swimming training on aerobic capacity and exercise-induced bronchoconstriction in children with bronchial asthma*. Thorax 1999; 54: 196-201.
24. Swann IL, Cheryl AH. *The asthmatic child in play and sport*. London: Pitman Books Ltd. 1983; 318-322.
25. Lang DM, Butz AM, Duggan AK, Serwint JR. *Physical activity in urban school-aged children with asthma*. Pediatrics 2004; 113: 341-346.
26. Nystad W, Stigum H, Carlsen KH. *Increased level of bronchial responsiveness in inactive children with asthma*. Respir Med 2001; 95: 806 - 810.
27. Barbato A, Baraldi E, Zanconato S. *Lo sport e il bambino asmatico*. Prospettive in pediatria 1986; 61: 53 - 59.
28. Lecheler J. *Sports for children and adolescents with asthma-risk or chance?* Offentl Gesundheitswes 1991; 53: 486-489.

- 29.** Schmidt SM, Balke EH, Nuske F, et al. *Effect of ambulatory sports therapy on bronchial asthma in children.* *Pneumologie* 1997; 51: 835-841.
- 30.** Ram FSF, Robinson SM, Black PN. *Physical training for asthma.* The Cochrane database of Systematic Reviews. 1999 Issue 2.
- 31.** Ram FS, Robinson SM, Black PN. *Effects of physical training in asthma a systematic review.* *Br J Sports Med* 2000; 34: 162 -167.
- 32.** Rothe T, Kohl C, Mansfeld HJ. *Controlled study of the effect of sports training on cardiopulmonary functions in asthmatic children and adolescents.* *Pneumologie* 1990; 44: 1110-1114.
- 33.** Baldo E, Fogli M, Amadori E, et al. *Training per bambini asmatici: aspetti di un programma di riabilitazione.* *Aggiornamenti in Pediatria, SIP - Sez. Emilia-Romagna* 1988: 51-52.
- 34.** Calzone L, Calzolari S, Caffarelli C, et al. *Asma e sport: possibili influenze psicologiche.* SIP - Gruppo di studio di Broncopneumologia Pediatrica. Abstracts: Riunione Semestrale di Lavoro 1987: 4.
- 35.** Tan RA, Spector SL. *Exercise-induced asthma: diagnosis and management.* *Ann Allergy Asthma & Immunol.* 2002; 89: 226-235.
- 36.** Sheth KK. *Activity-induced asthma.* *Pediatr Clin North Am* 2003; 50: 697-716.
- 37.** Storms WW. *Exercise-induced asthma in athletes: current issues.* *J Asthma* 1995; 32: 245-247.
- 38.** Baldini G, Pifferi M. *Il bambino asmatico e lo sport.* *Pediatr Med Chir* 1993; 15: 387-391.
- 39.** Del Giacco SR, Manconi PE, Del Giacco GS. *Allergy and sports.* *Allergy* 2001; 56: 215-223.

Barbara Boseggia, Elisa Milanese, Ilaria Romei, Diego Peroni, Giorgio Piacentini

Clinica Pediatrica, Università di Verona

Prevenzione e terapia dell'asma e del broncospasmo indotto dall'esercizio fisico

Prevention and therapy in asthma and exercise-induced bronchospasm

Parole chiave: asma indotto da esercizio, bambini

Key words: *exercise-induced asthma, children*

Riassunto. L'asma da sforzo è una condizione molto frequente; colpisce il 70-80% dei soggetti asmatici e il 10,3% dei soggetti con storia negativa per asma bronchiale.

Per la maggior parte dei soggetti affetti da asma, in particolare nella forma allergica, l'attività fisica rappresenta uno degli stimoli che può produrre ostruzione delle vie aeree. Il più delle volte essa, quando sopraggiunge, è segnale di una patologia asmatica non ben controllata. Spesso molti soggetti si allontanano progressivamente dall'attività fisica.

L'obiettivo di una gestione adeguata del paziente asmatico consiste nel fare in modo che qualsiasi soggetto possa svolgere l'attività fisica o sportiva desiderata senza che questa determini l'insorgenza della sintomatologia.

Una corretta terapia consiste nella combinazione di presidi comportamentali e farmacologici.

Tra i primi è da segnalare un maggior rischio di sviluppo di broncospasmo in caso di esercizio fisico eseguito in condizioni climatiche caratterizzate da aria fredda e secca, mentre altre attività, per le condizioni in cui si esplicano risultano essere meno asmogene. Gli agonisti dei recettori β_2 a breve durata d'azione sono i più efficaci in caso di attacco acuto. È importante però ricordare che l'asma da sforzo è indice di infiammazione delle vie aeree o di scarso controllo della malattia con la necessità di prevedere l'impiego su base regolare di farmaci antinfiammatori come, ad esempio, i corticosteroidi e gli antileucotrieni.

Summary. *Exercise-induced asthma is a frequent condition; it is seen in 70 to 80% of asthmatic patients and in 10,3% of non asthmatic patients.*

In most asthmatic patients, sports is one of many stimuli that can produce airway bronchoconstriction, which consequently leads many patients to slowly abandon all sport activities. However, in the majority of cases, exercise-induced asthma is a sign of a scarcely controlled asthmatic pathology.

The aim of an adequate management of the asthmatic patient is to create a situation in which all individuals with asthma can take up any sport without the fear of an onset of asthmatic symptomatology. A correct therapy consists in establishing a balanced combination of behavioural habits and pharmacological devices.

Some sports such as swimming induce asthma only in few cases, while greater risks of broncho-spasm may occur when physical activities are performed in climatic conditions of cold and dry air.

The physical activity seems to improve the symptoms and to reduce the use of short-acting β_2 receptors. Short-acting β_2 are the most effective treatment in the case of asthmatic attacks. Exercise-induced asthma reflects active inflammation of the airways; so the most important pharmacological strategy is a long term anti-inflammatory therapy represented by steroids and leukotriene antagonists.

Accettato per la pubblicazione il 4 agosto 2004.

Corrispondenza: Prof. Giorgio Piacentini, Clinica Pediatrica, Università di Verona, Policlinico "G.B. Rossi", Ple L.A. Scuro, 37134 Verona; e-mail: giorgio.piacentini@univr.it

Introduzione e aspetti epidemiologici

Lo sforzo fisico è uno dei fattori scatenanti il broncospasmo al pari degli allergeni, delle infezioni o dei gas inquinanti nei bambini e nei giovani adulti (1). L'asma indotta da esercizio fisico (AIE) viene definita asma da sforzo. Se non adeguatamente riconosciuta,

può indurre molti bambini ad allontanarsi progressivamente dallo sport con successive ripercussioni socio-psicologiche e sulla qualità della vita.

Lo sforzo fisico è considerato un fattore scatenante che agisce su un substrato fisiologico sottostante, che è a sua volta alla base della "iperreattività bronchiale".

L'iperreattività bronchiale rappresenta un'esagerata risposta broncocostrittiva a stimoli specifici e aspecifici (2, 3) tra cui infezioni virali, esercizio fisico, aria calda o fredda, inquinamento atmosferico, fumo passivo, farmaci e irritanti chimici (4).

L'asma da sforzo è molto più frequente di quanto venga comunemente diagnosticata. Infatti, da uno studio eseguito in ambito scolastico, si è rilevato che su 503 studenti che praticavano corsa libera, in media uno studente per classe presentava asma da sforzo (5). Un fattore potenzialmente confondente può essere rappresentato dal fatto che spesso la fatica a correre non viene attribuita all'asma da sforzo ma ad altre cause, quali uno scarso allenamento.

La ragione principale della sottostima della reazione di broncospasmo da sforzo è verosimilmente correlata alla scarsa conoscenza del problema. I dati epidemiologici suggeriscono comunque che l'AIE colpisce il 70-80% circa dei soggetti asmatici e il 10,3% di soggetti con storia negativa per asma bronchiale (6). La prevalenza dell'AIE nella popolazione asmatica varia tra il 30-90% (7-9) a seconda del metodo utilizzato per la diagnosi, dell'età dei soggetti e della gravità dell'asma stessa. Nei bambini e adolescenti si può arrivare anche ad una prevalenza del 90% (8-10), probabilmente perché sono queste le età in cui si intraprendono le attività sportive più impegnative. Inoltre, la prevalenza di AIE nei bambini con asma persistente severo o moderato è significativamente maggiore che in quelli con asma intermittente (11); più precisamente sembra colpire il 23,4% dei soggetti con asma episodica, il 33% dei soggetti con asma frequente e il 75% dei soggetti con asma cronica (12).

Prevenzione e terapia

L'obiettivo di una gestione adeguata del paziente asmatico consiste nel fare in modo che qualsiasi soggetto possa svolgere attività fisica senza che a questa corrisponda l'insorgenza della sintomatologia. Come consigliano le Linee Guida GINA, l'esercizio stesso dovrebbe far parte del programma terapeutico dell'AIE (13). La possibilità per il paziente di svolgere un'attività fisica adeguata alle caratteristiche di età e di propensione individuale rientra infatti negli obiettivi identificati dal WHO nelle Linee Guida GINA per il controllo del paziente asmatico.

Terapia non farmacologica

La terapia non farmacologica dell'asma da sforzo sottende diversi aspetti come la prevenzione dell'attacco d'asma durante l'esercizio, il ruolo preventivo e terapeutico dell'allenamento, l'identificazione degli sport in genere meno "asmogeni" e infine il ruolo della dieta.

Norme comportamentali

In alcuni casi, semplici norme comportamentali sono sufficienti per evitare il broncospasmo dopo un esercizio fisico. L'aria fredda e secca respirata con la bocca aperta disidrata e raffredda le vie aeree promovendo il rilascio di mediatori dell'infiammazione. Per questo motivo, i ragazzi affetti da asma da sforzo dovrebbero essere informati sul maggior rischio di sviluppo di broncospasmo praticando attività fisica durante le giornate fredde e secche, e consigliati a preferire i giorni miti e umidi. Se tale accorgimento risultasse troppo limitativo per le aspirazioni sportive del paziente, si può consigliare di svolgere, se possibile, le attività al chiuso in palestre, oppure di respirare con il naso e anteporre alla bocca una sciarpa come maschera per il freddo (14).

I pazienti con asma allergica, inoltre, devono porre particolare attenzione all'eventuale esposizione all'allergene durante l'esercizio, come ad esempio correre in un prato in primavera se presentano allergia ai pollini. Una terapia di fondo correttamente impostata dovrebbe comunque consentire al ragazzo con asma allergico di svolgere attività fisica senza comparsa di broncospasmo da sforzo. Il riscaldamento e l'allenamento sono in grado di ridurre l'incidenza e la gravità della broncoostruzione (15) in quanto sfruttano il periodo refrattario che segue alla crisi broncospastica. Il riscaldamento dovrebbe comunque prevedere esercizi di intensità progressiva e di tipo intermittente: a esercizi più faticosi ne vengono intercalati altri più leggeri che fungono da periodo di recupero (10).

L'attività fisica ideale

Il tipo di attività fisica rappresenta un'ulteriore variabile critica. Il nuoto, ad esempio, per le condizioni ambientali caldo-umide in cui si svolge, risulta essere tra gli sport meno asmogeni, e si è dimostrato efficace nel migliorare la capacità cardiorespiratoria e la sintomatologia asmatica presente anche al di fuori dell'esercizio fisico (16). Esso è consigliato nei bambini affetti da asma e soprattutto in quelli con broncospasmo indotto da esercizio



Figura 1 Asmogenicità dei diversi tipi di sport in ordine decrescente. Consensus Conference Group Broncopneumologia Pediatrica Rivista di Broncopneumologia Ped 1994; IV (1).

fisico perché permette di compiere atti respiratori ritmici e sincronizzati con le bracciate. Il principale svantaggio del nuoto è rappresentato dal cloro contenuto nell'acqua che può irritare le vie aeree contribuendo alla sintomatologia asmatica (17). Sport come la pallavolo sono adatti per i soggetti con AIE perché alternano momenti di intensa attività aerobica, ma di breve durata, a momenti di recupero.

Risultano invece più asmogeni sport nei quali la corsa rappresenta una componente importante. Questi sport non devono comunque essere preclusi a un soggetto asmatico, ma questi deve porre particolare attenzione e deve poter disporre prontamente del broncodilatatore, soprattutto se l'attività viene svolta in condizioni a rischio come ambienti freddi o durante la pollinazione. La *figura 1* riporta uno schema generale relativo ai livelli di asmogenicità di comuni sport.

L'importanza dell'allenamento fisico

Nella scelta dell'attività sportiva, è fondamentale che il ragazzo asmatico con manifestazioni da sforzo venga messo in condizione di non dovere rinunciare a una attività che, oltre ad avere degli aspetti ludici, può anche risultare utile per una migliore gestione della malattia di fondo. Infatti,

evidenze cliniche e sperimentali sottolineano come l'esercizio aerobico migliori lo stato di benessere e riduca la sintomatologia in soggetti asmatici.

In uno studio sperimentale su modello animale in cui si sono sensibilizzati topi all'ovalbumina, si è valutato il ruolo dell'esercizio aerobico nel modulare la risposta infiammatoria associata all'asma allergica (18). I dati raccolti hanno evidenziato che l'allenamento fisico moderato riduce l'infiltrazione leucocitaria, la produzione di citochine, l'espressione di molecole di adesione e il rimodellamento strutturale. I meccanismi responsabili non sono completamente noti, ma sembra essere implicato un fattore di trascrizione genica, l'NF-κB, che regola l'espressione di una varietà di geni i quali codificano per i mediatori dell'infiammazione. In questo studio si è visto che l'esercizio fisico riduce la traslocazione nucleare di NF-κB e la IκBα fosforilazione e di conseguenza riduce la produzione di mediatori infiammatori nei polmoni di topi sensibilizzati all'ovalbumina (18).

Un altro studio ha valutato l'effetto di un programma di esercizi aerobici e anaerobici in ragazzi di età tra i 10 e i 16 anni affetti da asma lieve e moderato (19). Si è potuto rilevare che l'allenamento con prove fisiche a sforzo elevato è ben

tollerato in bambini con asma lieve o moderato. Quando viene incluso in un programma riabilitativo, questo tipo di allenamento migliora sia le capacità aerobiche che anaerobiche. Perciò le attività aerobiche dovrebbero essere considerate nei programmi riabilitativi sportivi per bambini con asma (19). È stata, inoltre, valutata la relazione esistente tra il consumo di β_2 -agonisti, il grado di dispnea, in soggetti asmatici e la variazione di questi dopo un periodo di allenamento dei muscoli inspiratori (20). Si è visto che l'allenamento dei muscoli respiratori sembra ridurre la sensazione di dispnea e il consumo di β_2 -agonisti. I risultati di questo studio a breve termine (20), però, devono essere integrati da valutazioni a più lungo termine che consentano di trarne un significato pratico.

Sono stati inoltre condotti studi finalizzati a stabilire l'efficacia dei programmi di riabilitazione polmonare domiciliare nell'asma. Uno studio in doppio cieco ha rilevato che la riabilitazione polmonare quotidiana a domicilio può migliorare la qualità di vita (21). Questo studio consiglia, quindi, la riabilitazione a domicilio come parte integrante del trattamento dell'asma (21).

Nella malattia polmonare ostruttiva moderata o severa ci sono evidenze di una perdita generalizzata della massa muscolare che interessa in particolare i muscoli respiratori. È possibile che la conseguente perdita di forza dei muscoli respiratori si verifichi particolarmente in soggetti con asma severa e che essa sia in parte causata dall'effetto della terapia steroidea (22). Di conseguenza, è ipotizzabile che un adeguato trattamento di allenamento dei muscoli respiratori possa migliorare significativamente il quadro sintomatologico.

Una recente revisione della letteratura ha cercato di valutare il beneficio clinico dell'allenamento dei muscoli respiratori in soggetti affetti da asma (22). Essa conclude sostenendo che ci sono insufficienti evidenze a dimostrazione che l'allenamento dei muscoli inspiratori provveda un beneficio clinico nei pazienti con asma. La ragione di tale conclusione consiste, probabilmente, nella limitatezza numerica di studi disponibili. La stessa revisione inoltre sottolinea come si dovrebbero valutare gli effetti dell'esercizio fisico in rapporto ai diversi gradi di asma stabiliti in base ai sintomi, alla funzionalità polmonare, al numero di esacerbazioni e alla terapia in atto (22).

In sintesi, nonostante molti lavori sottolineino l'importanza dell'allenamento muscolare e della

riabilitazione respiratoria nei soggetti affetti da asma, risulta difficile confrontare i risultati e trarne delle conclusioni. Al momento, comunque, nonostante non ci siano evidenze attendibili che possano delineare l'utilizzo di esercizi respiratori nella pratica clinica di pazienti con asma, i risultati di miglioramento della qualità di vita sono incoraggianti (23).

La dieta

Una dieta corretta può contribuire alla prevenzione dell'asma da sforzo.

Uno studio si è riproposto di valutare l'effetto della quantità di sale nella dieta (24). Sono stati valutati 8 soggetti affetti da asma da sforzo che hanno assunto per due settimane cibi con quantità normali di sale, quindi per altre due settimane dosi basse di sale ed infine nelle ultime due settimane dosi elevate di sale. Si è visto che gli stessi soggetti presentavano una caduta del FEV_1 , dopo esercizio fisico, maggiore se assumevano dosi elevate di sale rispetto alle dosi normali e basse (24). Un altro lavoro ha invece posto l'attenzione sul ruolo degli antiossidanti naturali. Venti pazienti con asma da sforzo sono stati trattati con 30 mg al giorno di lycopene, un antiossidante naturale, o con placebo. Solo il 45% dei pazienti che avevano assunto l'antiossidante naturale presentava successivamente una caduta significativa del FEV_1 dopo test da sforzo, contrariamente alla totalità dei casi, invece, che avevano assunto il placebo (25).

In un altro studio si è stimata l'azione preventiva del β -carotene. Anche in questo caso il gruppo che assumeva la molecola presentava una caduta del FEV_1 dopo test da sforzo inferiore rispetto al gruppo che assumeva il placebo. La dieta supplementata da β -carotene sembra pertanto proteggere contro l'asma da sforzo probabilmente grazie alle proprietà antiossidanti (26).

I risultati degli studi sopra citati suggeriscono pertanto che l'assunzione di alimenti con ridotte quantità di sale ma ricchi di vitamine e grassi omega-3 possa contribuire a ridurre la comparsa e la severità dell'asma indotta da esercizio fisico (27).

Terapia farmacologica

La terapia dell'asma si basa su una serie di farmaci cosiddetti di controllo della malattia e sulla terapia dell'attacco acuto.

Per il trattamento dell'attacco d'asma ci si avvale degli agonisti dei recettori β_2 a breve durata d'azione

somministrati per via inalatoria. Questi sono i farmaci più utili durante l'accesso asmatico e il paziente li deve portare sempre con sé, soprattutto quando esegue attività potenzialmente asmo-gene come l'esercizio fisico. Pur essendo una categoria di farmaci efficace nel prevenire l'asma da sforzo se somministrati poco prima di intraprendere un esercizio fisico (28), i β_2 -agonisti non rappresentano, però, la terapia di base per il controllo dell'asma da sforzo (29).

Tale terapia, infatti, è basata sull'impiego regolare di corticosteroidi e di antileucotrieni, a dosi personalizzate in base alla gravità dell'asma da sforzo del singolo paziente.

β_2 -agonisti a breve durata di azione (Short acting)

Sono farmaci a rapida azione che rimuovono rapidamente la broncostruzione e per questo sono considerati di scelta nell'attacco acuto d'asma. Sono efficaci nel 90% dei bambini e sono in grado di ridurre di oltre l'80% la risposta broncostruttiva (30, 31). Quando vengono somministrati per via inalatoria tramite spray predosati con distanziatore hanno un effetto che si esplica in circa un minuto con una durata di azione di circa due, tre ore (32).

La somministrazione di una singola dose di salbutamolo a 200 mg per via inalatoria somministrata 10-15 minuti prima dell'esercizio fisico previene l'asma da sforzo (33), mentre il trattamento di mantenimento con β_2 -agonisti somministrato *per os* non sembra proteggere in modo efficace (34).

β_2 -agonisti a lunga durata d'azione (Long acting)

I farmaci appartenenti a questa famiglia sono il formoterolo e il salmeterolo. Usati anch'essi per via inalatoria, hanno un effetto che inizia, rispettivamente, dai due ai quindici minuti dopo la somministrazione e hanno una durata di circa dodici ore (35, 36).

Il formoterolo determina broncoprotezione contro l'asma indotta da esercizio anche in pazienti che ricevono regolarmente la terapia di mantenimento. Ha un effetto rapido, con un tempo di risposta simile al salbutamolo, e la sua sicurezza è stata dimostrata in diversi studi, sia in associazione con corticosteroidi che singolarmente (37).

Uno studio ha paragonato l'effetto protettivo del formoterolo con quello del salmeterolo (38). Si è rilevato che il formoterolo è efficace nel prevenire l'asma da sforzo nei primi minuti dopo la

somministrazione, quando l'attività del salmeterolo non è ancora manifesta. L'effetto dei due farmaci, invece, è equivalente a distanza di 4 ore dalla loro somministrazione per via inalatoria (38).

Un potenziale effetto avverso che si realizza con un uso regolare e continuativo di β_2 -agonisti è l'insorgenza di tachiflissi che si realizzerebbe più frequentemente nell'uso continuativo di formoterolo piuttosto che di salmeterolo (39).

Questa categoria di farmaci si inquadra tra i cosiddetti "controllori" dell'asma, e viene impiegata sulla base di schemi terapeutici attagliati alla gravità della patologia, in associazione agli steroidi inalatori, per un controllo globale della malattia e delle sue manifestazioni, tra le quali anche il broncospasmo da esercizio fisico (40).

I corticosteroidi

Molti bambini asmatici con asma ben controllata non necessitano di premedicazione prima dell'esercizio fisico (40). È stato dimostrato che la somministrazione di 400 mg al giorno di budesonide per 4 settimane riduce la severità dell'EIA, mentre a dosi minori di budesonide vi è un miglioramento della sintomatologia asmatica ma non c'è prevenzione completa dell'EIA (41). Basse dosi di budesonide, infatti, proteggerebbero completamente dall'asma da sforzo pazienti con asma lieve persistente (42), mentre nel caso di pazienti con asma più grave e manifestazioni da sforzo sono necessarie dosi maggiori per ottenere la massima protezione.

Al contrario, non si sono notate significative differenze tra la dose di 100 mg di fluticasone e la dose di 250 mg (43).

Da uno studio emerge come valori spirometrici normali e con assenza di sintomatologia in alcuni bambini non significhi assenza di broncostruzione dopo esercizio fisico (44). Di fronte ad un paziente con valori spirometrici nella norma parrebbe opportuno sospendere il corticosteroide per via inalatoria; se però un test di broncoprovocazione, un test da sforzo ad esempio, permette di riaccutizzare la malattia, probabilmente siamo di fronte a una infiammazione latente delle vie aeree e quindi ad un'asma ancora attiva (44). Infatti ci sono evidenze scientifiche di come una terapia di fondo con corticosteroidi per via inalatoria a basse dosi (100 mg di budesonide) controlli la sintomatologia asmatica in bambini di età scolare dopo un trattamento di 1 o 2 settimane (42, 45, 46), ma tali dosi

non sono sufficienti per controllare l'ipereattività bronchiale valutata dopo test da sforzo. In questo caso sono necessarie dosi maggiori di steroide e terapie più prolungate, da uno a tre mesi.

Uno studio ha esaminato l'effetto dei corticosteroidi inalatori come il beclometasone dipropionato e la budesonide sulla produzione di IL-8 e RANTES che si liberano in seguito alla disidratazione delle vie aeree, al raffreddamento di queste e all'iperemia reattiva. Queste citochine sembrerebbero avere un effetto chemiotattico sugli eosinofili e neutrofilii nell'epitelio bronchiale umano e quindi rivestono un ruolo centrale nello sviluppo dell'infiammazione dell'asma da sforzo (47, 48). I dati raccolti hanno dimostrato che sia la budesonide che il beclometasone dipropionato riducono la produzione di RANTES e IL-8 ma il meccanismo che sottende questo effetto non è stato ancora chiarito (49).

Gli effetti dei corticosteroidi per via inalatoria sull'ipereattività e l'infiammazione delle vie aeree si instaurano con una terapia di fondo a lungo termine (50), mentre si sono dimostrati limitati nel prevenire l'asma da sforzo quando somministrati poco tempo prima dell'esercizio (51, 52).

Gli antileucotrieni

I leucotrieni sono prodotti dagli eosinofili e dalle mastcellule; quando lo stimolo irritativo giunge alle vie aeree facendo aumentare l'osmolarità del liquido extracellulare induce la liberazione di mediatori infiammatori tra cui i leucotrieni e richiama in loco le cellule infiammatorie. Mentre il trattamento con corticosteroidi inalatori riduce il numero di eosinofili, gli steroidei non prevenendo l'effetto ostruttivo determinato dai leucotrieni. I più noti antagonisti dei recettori dei leucotrieni sono il montelukast e lo zafirlukast, entrambi somministrabili *per os*.

Studi clinici controllati che hanno valutato l'efficacia degli antileucotrieni come il montelukast, lo zafirlukast hanno stabilito come questi farmaci determinino, nei pazienti asmatici, un aumento della funzionalità polmonare, una riduzione dei sintomi, una riduzione dei risvegli notturni a causa dell'asma e un minor ricorso a farmaci sintomatici come i β_2 -agonisti in caso di attacco acuto. Nei pazienti con asma da sforzo e con asma moderato e severo, permettono di ridurre la dose di corticosteroidi nella terapia di fondo (53).

Il montelukast, impiegato nella terapia di base dei pazienti con asma moderato persistente presenta

un'attività additiva a quella degli steroidei paragonabile a quella del salmeterolo, e non sono, per questa molecola, segnalati rischi di indurre tachifilassi (54). Uno studio ha paragonato l'effetto della terapia con salmeterolo per aerosol con una somministrazione giornaliera di montelukast. A 4 e a 8 settimane di studio il salmeterolo aveva mostrato una significativa perdita dell'effetto protettivo nei confronti della broncoostruzione, mentre il montelukast aveva mantenuto un importante effetto di prevenzione nell'ostruzione indotta da esercizio (55).

È stato dimostrato come il montelukast abbia un effetto benefico sulla performance fisica in molti adulti con AIE, senza però che si osservino effetti sui parametri respiratori (56).

Un altro lavoro si è proposto di valutare l'efficacia del montelukast in pazienti con asma lieve persistente, moderata persistente e asma indotta da esercizio e si è proposto inoltre di valutare l'eventuale riduzione dell'uso di steroidei e di β_2 -agonisti a breve durata d'azione (57). Si è concluso che i pazienti trattati con il montelukast, potevano beneficiare di una riduzione della dose di steroide nell'88% dei casi, con definitiva sospensione nel 66% di questi e di un miglioramento sintomatologico notevole nel 62% dei casi di asma da sforzo (57).

Gli antileucotrieni sono comunque farmaci da utilizzare prevalentemente nella terapia di fondo dell'asma da sforzo. Lo dimostra uno studio in cui si è valutato l'effetto protettivo di una singola dose di montelukast (5 mg) sull'asma indotto da esercizio (58). Questo studio valuta l'uso di un trattamento con una singola dose di montelukast, dimostrando che il massimo effetto protettivo è ottenuto dopo 12 ore dall'assunzione del farmaco (58). Si conclude che l'antileucotrieno deve essere assunto molte ore prima dell'esercizio per avere una protezione soddisfacente, risultando quindi facilmente inquadrabile in uno schema di trattamento di base della patologia asmatica piuttosto che in una terapia preventiva in occasione di singoli eventi che prevedano sforzo fisico.

Cromoni

A questa famiglia di farmaci appartengono il sodio-cromoglicato e il nedocromile sodico. Sono classicamente definiti stabilizzatori delle mastcellule anche se tuttavia il loro meccanismo d'azione è più complesso. Sono utilizzati come spray predosati,

hanno effetto dopo venti minuti dalla somministrazione e l'effetto ha una durata di circa due ore (59). Sono efficaci solo se somministrati prima dell'esercizio fisico, riducendo la severità e la durata del broncospasmo (60); poiché sono privi di effetti collaterali possono essere utilizzati a dosaggio doppio con buon successo terapeutico (61). Una revisione Cochrane (62) ha paragonato l'efficacia di una singola dose inalatoria di sodiocromoglicato o nedocromile sodico con una singola dose di agonista dei recettori β_2 -agonisti a breve durata d'azione o un anticolinergico. In una popolazione con asmatici stabili, i β_2 -agonisti, gli stabilizzatori delle mastcellule, o gli anticolinergici, provvedono in modo significativo al controllo dell'asma indotta da esercizio. I β_2 -agonisti *short acting* risultano più efficaci degli stabilizzatori delle mastcellule che a loro volta sono più efficaci dei farmaci anticolinergici. In alcuni casi selezionati può essere appropriato associare un stabilizzatore di membrana a un β_2 -agonista *short acting*. La risposta a una terapia è diversa da caso a caso, per cui è necessario che il paziente e medico collaborino per identificare la terapia più efficace (62).

Gli antistaminici

Non sono generalmente utilizzati nella prevenzione dell'asma da sforzo. Alcuni studi hanno però evidenziato come alcuni antistaminici di seconda o terza generazione abbiano un qualche effetto sul broncospasmo da sforzo. La cetirizina, (63),

l'azelastina orale (64) e alte dosi di terfenadina (65) sono risultati protettivi nei confronti del broncospasmo da esercizio fisico, mentre il chetotifene non presenta effetto protettivo (66). Dati recenti suggeriscono che una dose di loratadina da 10 mg una volta al giorno per tre giorni riduce la broncoostruzione indotta da esercizio ma non ha effetto preventivo sull'AIE (67).

Conclusioni

L'asma indotto da esercizio riflette una infiammazione attiva delle vie aeree, ed è di solito associata ad atopia e a eosinofilia nell'espettorato.

L'asma da sforzo può essere controllata e prevenuta tramite una terapia a lungo termine con corticosteroidi.

Il trattamento dell'asma da sforzo è efficace e un paziente quindi non deve temere di svolgere una regolare attività fisica. Anzi, l'esercizio dovrebbe far parte del programma terapeutico, in quanto aumenta le prestazioni fisiche e migliora la coordinazione neuromuscolare. L'allenamento muscolare può inoltre ridurre la sensazione di dispnea attraverso una serie di meccanismi che includono il rafforzamento dei muscoli respiratori.

È quindi importante raccomandare ai pazienti con asma da sforzo di non evitare gli sport e l'attività fisica ma di assumere tutte le precauzioni di fondo per un controllo globale della malattia.

Bibliografia

1. GINA National Institute of Health. *Global strategy for asthma management and prevention*. NHLBI workshop report 1995. Publication 1995; 95-3659.
2. Boushey HA, Holtzman MJ, Sheller JR, Nadel JA. *Bronchial hyperreactivity*. Am Rev Respir Dis 1980; 121: 389-413.
3. Bianco S, Robuschi M, Sestini P. *Hyperreactivity and bronchial obstruction*. Respiration 1991; 58: 30-33.
4. Sterk PJ, Fabbri LM, Quanjer PH, et al. Airway responsiveness. *Standardized challenge testing with pharmacological, physical and sensitising stimuli in adults*. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. Eur Respir J 1993; 16: 53-83.
5. Tsanakas JN, Milner RD, Bannister OM, Boon AW. *Free running asthma screening test*. Arch Dis Child 1998; 63: 261-265.
6. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, et al. *Guidelines for methacholine and exercise challenge testing-1999. This official statement of the American Thoracic Society was adopted by the ATS Board of Directors, July 1999*. Am J Respir Crit Care Med 2000; 161: 309-329.
7. Kawabori I, Pierson WE, Conquest LL, Bierman CW. *Incidence of exercise induced asthma in children*. J Allergy Clin Immunol 1976; 58: 447-455.
8. Kattan M, Keens TG, Mellis CM, Levison H. *The response to exercise in normal and asthmatic children*. J Pediatr 1978; 92: 718-721.
9. Custovic A, Arifhodzic N, Robinson A, Woodcock A. *Exercise testing revisited. The response to exercise in normal and atopic children*. Chest 1994; 105: 1127-1132.
10. Miraglia del Giudice M, Miraglia del Giudice M Jr. *Il bambino con patologia respiratoria e lo sport*. In: "Argomenti di malattie respiratorie infantili". Pisa: Pacini Editore 1998; 433-454.
11. Cabral AL, Conceicao G, Fonseca-Guedes C, Martins M. *Exercise-induced bronchospasm in children*. Am J Respir Crit Care Med 1999; 159: 1819-1823.
12. Novembre E, Dini L, Veneruso G, et al. *Incidence of exercise-induced bronchospasm (E.I.B.) and its correlation with clinical history in children with allergic asthma*. Pediatr Med Chir 1993; 15: 593-594.
13. Global Initiative for Asthma. *Linee Guida Italiane - Aggiornamento 2004 Workshop GINA Italia-Modena 11-13 Marzo 2004*.
14. Nisar M, Spencer West D, Haycock J. *A mask to modify inspired air temperature and humidity and its effect on exercise induce asthma*. Thorax 1992; 47: 446-450.
15. McKenzie DC, McLuckie SL, Stirling DR. *The protective effects of continuous and interval exercise in athletes with exercise-induced asthma*. Med Sci Sports Exerc 1994; 26: 951-956.
16. Weisgerber MC, Guill M, Weisgerber JM, Butler H. *Benefits of swimming in asthma: effect of a session of swimming lessons on symptoms and PFTs with review of literature*. J Asthma 2003; 40: 453-464.
17. Nemery B, Hoet PH, Nowak D. *Indoor swimming pools, water chlorination and respiratory health*. Eur Respir J 2002; 19: 790-793.
18. Pasta A, Estell K, Schoeb TR, et al. *Aerobic exercise attenuates airway inflammatory responses in a mouse model of atopic asthma*. J Immunol 2004; 172: 4520-4526.
19. Counil FP, Varrai A, Matecki S, et al. *Training of aerobic and anaerobic fitness in children with asthma*. J Pediatr 2003; 142: 179-184.
20. Weiner P, Berar-Yanay N, Davidovixh A, et al. *Specific inspiratory muscle training in patients with mild asthma with high consumption of inhaled β_2 -agonists*. Chest 2000; 117: 722-727.
21. Bigol Karakov G, Yilmaz M, Sur S, et al. *The effects of daily pulmonary rehabilitation program at home on childhood asthma*. Allergol Immunopathol 2000; 28: 12-14.
22. Ram FS, Wellington SR, Barnes NC. *Inspiratory muscle training for asthma*. Cochrane Database Syst Rev 2003; (4): CD003792.
23. Holloway E, Ram FS. *Breathing exercises for asthma*. Cochrane database Syst Rev 2004; (1): CD001277.

- 24.** Gotshall RW, Mickleborough TD, Cordain L. *Dietary salt restriction improves pulmonary function in exercise-induced asthma.* Med Sci Sports Exerc 2000; 32: 1815-1819.
- 25.** Neuman I, Nahum H, Ben-Amotz A. *Reduction of exercise-induced asthma oxidative stress by lycopene, a natural antioxidant.* Allergy 2000; 55: 1184-1189.
- 26.** Neuman I, Nahum H, Ben-Amotz A. *Prevention of exercise-induced asthma by a natural isomer mixture of beta-carotene.* Ann Allergy Asthma Immunol 1999; 82: 549-553.
- 27.** Mickleborough T, Gotshall R. *Dietary components with demonstrated effectiveness in decreasing the severity of exercise-induced asthma.* Sports Med 2003; 33: 671-681.
- 28.** Pedersen S. *Treatment of acute bronchoconstriction in children with use of a tube spacer aerosol and a dry powder inhaler.* Allergy 1985; 40: 300-304.
- 29.** Anderson SD. *Exercise-induced asthma in children: a marker of airway inflammation.* Med J Australia 2002; 177: 61-63.
- 30.** Anderson SD, Seale JP, Rozea P, et al. *Inhaled and oral salbutamol in exercise-induced asthma.* Am Rev Respir Dis 1976; 114: 493-500.
- 31.** Francis PWJ, Krastins IR, Levison H. *Oral and inhaled salbutamol in the prevention of exercise-induced bronchospasm.* Pediatrics 1980; 66: 103-108.
- 32.** Berkowitz R, Schwartz E, Bukstein D, et al. *Albuterol protects against exercise-induced asthma longer than metaproterenol sulfate.* Pediatrics 1986; 77: 173-178.
- 33.** Williams SJ, Winner SJ, Clark TJ. *Comparison of inhaled and intravenous terbutaline in acute severe asthma.* Thorax 1981; 36: 629-632.
- 34.** Fuglsang G, Hertz B, Holm EB. *No protection by oral terbutaline against exercise-induced asthma in children: a dose-response study.* Eur Respir J 1993; 6: 527-530.
- 35.** de Benedictis FM, Tuteri G, Pazzelli P, et al. *Salmeterol in exercise-induced bronchoconstriction in asthmatic children: comparison of two doses.* Eur Respir J 1996; 9: 2099-2103.
- 36.** Ostrom NK. *Tolerability of short-term, high-dose formoterol in healthy volunteers and patients with asthma.* Clin Ther 2003; 25: 2635-2646.
- 37.** Rabe KF. *State of the art in β_2 agonist therapy: a safety review of long-acting agents.* Int J Clin Pract 2003; 57: 689-697.
- 38.** Ferrari M, Segattini C, Zanon R, et al. *Comparison of the protective effect of formoterol and salmeterol against exercise-induced bronchospasm when given immediately before a cycloergometric test.* Respiration 2002; 69: 509-512.
- 39.** Abramson MJ, Walters J, Walters EH. *Adverse effects of beta-agonists: are they clinically relevant?* Am J Respir Med 2003; 2: 287-297.
- 40.** Simons FE, Gerstner TV, Cheang MS. *Tolerance to the broncoprotective effect of salmeterol in adolescents with exercise-induced asthma using concurrent inhaled glucocorticoid treatment.* Pediatrics 1997; 99: 655-659.
- 41.** Pedersen S, Hansen OR. *Budesonide treatment of moderate and severe asthma in children: a dose-response study.* J Allergy Clin Immunol 1995; 95: 29-33.
- 42.** Joasson G, Carlsen KH, Blomqvist P. *Clinical efficacy of low-dose inhaled budesonide once or twice daily in children with mild asthma not previously treated with steroids.* Eur Respir J 1998; 12: 1099-1104.
- 43.** Hofstra WB, Neijens HJ, Duiverman EJ, et al. *Dose responses over time to inhaled fluticasone propionate: treatment of exercise- and methacoline-induced bronchoconstriction in children with asthma.* Pediatr Pulmonol 2000; 29: 415-423.
- 44.** Price J. *Choices of therapy for exercise-induced asthma in children.* Allergy 2001; 56: 12-17.
- 45.** Shapiro G, Bronsky EA, La Force CF, et al. *Dose-related efficacy of budesonide administered via a dry powder inhaler in the treatment of children with moderate to severe persistent asthma.* J Pediatr 1998; 132: 976-982.
- 46.** Katz Y, Lebas FX, Medley HV, Robson R. *Fluticasone propionate 50 micrograms BID versus 100 micrograms BID in the treatment of children with persistent asthma.* Fluticasone Propionate Study Group. Clin Ther 1998; 20: 424-437.

- 47.** Hashimoto S, Matsumoto K, Gon Y, et al. *Hyperosmolarity-induced IL-8 expression in human bronchial epithelial cells through p38 MAP kinase.* Am J Respir Crit Care Med 1999; 159: 634-640.
- 48.** Gon Y, Hashimoto S, Matsumoto K, et al. *Cooling and rewarming-induced IL-8 expression in human bronchial epithelial cells through p38MAP kinase-dependent pathway.* Biochem Biophys Res Commun 1998; 249: 156-160.
- 49.** Hashimoto S, Gon Y, Matsumoto K, et al. *Inhalant corticosteroids inhibit hyperosmolarity-induced, and cooling and rewarming-induced interleukin-8 and RANTES production by human bronchial epithelial cells.* Am J Respir Crit Care Med 2000; 162: 1075-1080.
- 50.** Waalkens HJ, van Essen-Zandvliet EEM, Gerritsen J, et al. *The effect of an inhaled corticosteroid (budesonide) on exercise-induced asthma in children. Dutch CNSLD Study Group.* Eur Respir J 1993; 6: 652-656.
- 51.** Konig P, Jaffe P, Godfrey S. *Effect of glucocorticosteroids on exercise-induced asthma.* J Allergy Clin Immunol 1974; 54: 14-19.
- 52.** Woolley M, Anderson SD, Quigley BM. *Duration of protective effect of terbutaline sulfate and cromolyn sodium alone and in combination, on exercise-induced asthma.* Chest 1990; 97: 39-45.
- 53.** Kemp JP. *Recent advances in the management of asthma using leukotriene modifiers.* Am J Respir Med 2003; 2: 139-156.
- 54.** Garcia-Marcos L, Schuster A, Perez-Yarza EG. *Benefit-risk assessment of antileukotriene in the management of asthma.* Drug Saf 2003; 26: 483-518.
- 55.** Comis A, Valletta EA, Sette L, et al. *Comparison of nedocromil sodium and sodium cromoglycate administered by pressurised aerosol, with and without a spacer device in exercise-induced asthma in children.* Eur Respir J 1993; 6: 523-526.
- 56.** Steinshamn S, Sandsund M, Sue-chu M, Bjermer L. *Effects of montelukast on physical performance and exercise economy in adult asthmatics with exercise-induced bronchoconstriction.* Scand J Med Sci Sports 2002; 12: 211-217.
- 57.** Vega Lopez M, Jimenez Ferral R. *Experience with montelukast, a leukotriene receptor antagonist, in pediatric patients with asthma.* Rev Alerg Mex 2001; 48: 133-136.
- 58.** Peroni DG, Piacentini GL, Pietrobelli A, et al. *The combination of single-dose montelukast and loratadine on exercise-induced bronchospasm in children.* Eur Respir J 2002; 20: 104-107.
- 59.** Edelman JM, Turpin JA, Bronsky EA, et al. *Oral Montelukast compared with inhaled salmeterol to prevent exercise-induced bronchoconstriction. A randomised, doubleblind trial.* Exercise Study Group. Ann Intern Med 2000; 132: 97-104.
- 60.** Spooner CH, Saunders LD, Rowe BH. *Nedocromil sodium for preventing exercise-induced bronchoconstriction.* Cochrane Database Syst Rev 2000; (2): CD001183.
- 61.** Morton AR, Ogle SL, Ficht KD. *Effect of nedocromil sodium, cromolyn sodium and a placebo in exercise-induced asthma.* Ann Allergy 1992; 68: 143-148.
- 62.** Spooner CH, Spooner GR, Rowe BH. *Mast-cell stabilising agents to prevent exercise-induced bronchoconstriction.* Cochrane Database Syst Rev 2003; (4): CD002307.
- 63.** Ghosh SK, De Vos C, McIlroy I, Patel KR. *Effect of cetirizine on exercise-induced asthma.* Thorax 1991; 46: 242-244.
- 64.** Magnussen H, Reuss G, Jorres R, Aurich R. *The effect of azelastine on exercise-induced asthma.* Chest 1988; 93: 937-940.
- 65.** Patel KR. *Terfenadine in exercise induced asthma.* BMJ 1984; 288: 1496-1497.
- 66.** Lilja G, Graaf Lonnevig V, Beveard S. *Comparison of the protective effect of Ketotifen and disodium cromoglycate on exercise-induced asthma in asthmatic boys.* Allergy 1983; 38: 31-35.
- 67.** Baki A, Orhan F. *The effect of loratadine in exercise-induced asthma.* Archives of Disease in Childhood 2002; 86: 38-39.

Stefania Zanconato, Eugenio Baraldi

Dipartimento di Pediatria, Unità di Allergologia e Pneumologia Pediatrica, Università di Padova

Funzionalità respiratoria nel bambino con patologia polmonare cronica che fa sport

Pulmonary function testing and sports in children with chronic respiratory disease

Parole chiave: asma, malattia polmonare cronica, attività sportiva, test da sforzo

Key words: *asthma, chronic lung disease, physical activity, exercise test*

Riassunto. L'asma bronchiale rappresenta la patologia respiratoria cronica più frequente in età pediatrica e l'asma da sforzo (EIA) costituisce un fenomeno particolarmente importante nei bambini e negli adolescenti. A causa di tale problema, molti bambini si allontanano dalle attività ludico-sportive con conseguenze dannose sul loro benessere fisico e sociale. Con adeguato trattamento ed educazione, non esistono però reali controindicazioni alla partecipazione dei bambini asmatici alla maggior parte delle attività sportive. I bambini asmatici che prendono parte ad attività sportive agonistiche dovrebbero eseguire una spirometria ed un test da sforzo. Per evidenziare l'EIA, un test da sforzo su *treadmill* è più indicato rispetto ad uno su cicloergometro. Prima e dopo lo sforzo vengono eseguite varie rilevazioni del FEV₁. Una riduzione del FEV₁ ≥10% rispetto al valore basale è considerata patologica, ma per alcuni autori solo una riduzione ≥15% permette di fare diagnosi di EIA. Un test da sforzo cardiopolmonare con misurazione di consumo di O₂, produzione di CO₂ e ventilazione andrebbe riservato a pazienti con patologie polmonari croniche che possono associarsi ad alterato scambio di gas a livello polmonare e limitare la tolleranza allo sforzo fisico.

Summary. *Exercise-induced asthma (EIA) is a prominent finding in asthmatic children because of their greater participation in vigorous activities. Because of EIA, asthmatic children may avoid physical activity with damaging consequences to their physical and social well-being. However, current evidence supports the participation of asthmatic children and adolescents in most athletic activities. Regular exercise and level of physical conditioning are major determinants of exercise tolerance in children with controlled asthma and children should not be excluded from physical activity without a compelling medical contraindication. Asthmatic children who want to engage in competitive sports should undergo a spirometry and an exercise test. Before and after the exercise test, FEV₁ is repeatedly measured. A FEV₁ fall of 10% from the pre-exercise value is considered abnormal, whereas some investigators require a 15% drop for a diagnosis of EIA. Cardio-pulmonary exercise test with measurement of O₂ consumption, CO₂ output and ventilation should be reserved for patients with chronic pulmonary disease that could affect pulmonary gas exchange and limit exercise tolerance.*

Accettato per la pubblicazione il 30 agosto 2004.

Corrispondenza: Dott.ssa Stefania Zanconato, Dipartimento di Pediatria, Università di Padova, Via Giustiniani 3, 35128 Padova; e-mail: zanconato@pediatria.unipd.it

"If from running, gymnastic exercise, or any other work, the breathing becomes difficult it is called asthma ..."

Attività fisica e asma da sforzo (EIA)

Sia per i bambini sani che per quelli con malattia cronica la possibilità di fare attività fisica e di intraprendere una pratica sportiva è una componente essenziale della vita di tutti i giorni. È quindi importante che il pediatra abbia le conoscenze basilari

degli eventi biologici connessi con l'attività fisica sia nei bambini sani che in quelli con malattia cronica (2). Una precisa valutazione della risposta all'esercizio è quindi un utile strumento per confermare una diagnosi clinica, per valutare l'impatto di una malattia sulla tolleranza allo sforzo e per pianificare eventuali programmi di riabilitazione (2-4). L'asma da sforzo (EIA) è la causa principale di allontanamento dei bambini asmatici dalle attività ludico-sportive con ripercussioni negative sulla sfera emotiva e sull'autostima. Se non riconosciuta

e messa sotto controllo, l'EIA crea notevoli limitazioni alla qualità di vita del bambino interferendo con la scuola, l'attività fisica, le amicizie e il benessere personale. L'autolimitazione dell'attività fisica da parte dei genitori e dei bambini stessi può portare alla sindrome da ipoattività. Uno studio recente mette in evidenza che i bambini asmatici sono meno attivi dei loro coetanei sani e più del 20% dei bambini asmatici che vivono in un contesto urbano non raggiungono l'obiettivo di una normale attività fisica (5). Uno dei fattori che maggiormente influenzano l'attività fisica dei bambini è rappresentato dall'atteggiamento dei genitori nei confronti dell'attività fisica. A tal riguardo, il 25% dei genitori di bambini asmatici riferisce di aver paura che il proprio figlio possa ammalarsi se esegue attività fisica e il 20% ritiene che l'attività fisica possa essere pericolosa per i propri figli. La sindrome da ipoattività deve essere prevenuta ed evitata poiché è noto che la performance cardiorespiratoria di bambini asmatici in buon controllo di malattia è, a parità di allenamento, del tutto sovrapponibile a quella dei bambini sani (6). Ciò conferma che, se la malattia asmatica è in buon controllo e il bambino fa attività fisica abitualmente, possono essere raggiunte prestazioni atletiche sovrapponibili a quelle dei soggetti sani.

Una valutazione della prevalenza dell'EIA viene da uno studio epidemiologico che dimostra che più del 50% dei bambini asmatici sono spesso incapaci di completare un allenamento sportivo, soprattutto se la corsa libera è il tipo di attività fisica predominante (7). La prevalenza di EIA negli asmatici varia dal 40 all'80% dei soggetti ed è più frequente nei bambini e negli adolescenti perché più spesso intraprendono attività fisiche impegnative. A tal riguardo, è stato dimostrato che la presenza di EIA è uno dei fattori che maggiormente influenza la qualità di vita di adolescenti affetti da asma lieve (8). L'EIA è frequentemente sottodiagnosticata e il 50% dei bambini asmatici con anamnesi negativa per EIA presenta poi una risposta positiva al *challenge* con l'esercizio (9). La scarsa percezione dei sintomi asmatici sembra essere la causa principale di sottodiagnosi (10) e d'altronde va considerato che il respiro sibilante non viene percepito fino a che il FEV₁ non si è ridotto di almeno il 30%.

L'asma da sforzo (EIA), nota anche come "broncospasmo indotto dall'esercizio fisico" (EIB), è una condizione in cui uno sforzo fisico scatena una transitoria riduzione del calibro delle vie aeree in

soggetti con iperreattività bronchiale (11). L'EIA è un modello particolarmente interessante di asma perché può essere indotta in laboratorio. L'EIA non è una malattia a se stante ma è espressione e parte integrante della diatesi asmatica e viene considerata un marker di asma bronchiale e misura indiretta del grado di iperreattività bronchiale. Recenti studi hanno dimostrato una correlazione fra il grado di infiammazione delle vie aeree (eosinofili nell'espettorato indotto e ossido nitrico espirato) e l'entità dell'asma da sforzo (12, 13). Una conferma alla relazione fra flogosi delle vie aeree ed EIA viene dalla dimostrazione che una terapia di fondo con steroidi inalatori riduce significativamente l'EIA senza tuttavia riuscire ad eliminarla (14). Anche se non tutti i bambini asmatici presentano una broncoostruzione da sforzo, il *challenge* dell'esercizio è più specifico del test alla metacolina nel differenziare l'asma da altre malattie polmonari croniche (15). Una risposta positiva al test da sforzo suggerisce la diagnosi di asma mentre una risposta negativa all'esercizio non esclude l'asma.

I sintomi con cui l'EIA si manifesta sono mancanza di respiro, tosse, senso di costrizione toracica e *wheezing*. Tuttavia la percezione della limitazione al flusso delle vie aeree è molto variabile da soggetto a soggetto per cui la diagnosi sulla base dei sintomi può essere poco attendibile. L'entità del broncospasmo indotto da esercizio fisico raggiunge di solito il suo massimo 3-12 minuti dopo il termine dello sforzo fisico, si risolve entro 60 minuti ma può comparire anche durante un'intensa attività fisica oltre che al termine della stessa (11, 16). Tuttavia bisogna essere prudenti nel fare diagnosi di asma da sforzo in base alla storia clinica perché in certe situazioni la mancanza di allenamento può essere scambiata per asma da sforzo e, in questi casi, solo il *challenge* con l'esercizio può chiarire la diagnosi.

Anche se nella quasi totalità dei casi l'EIA è un fenomeno benigno che si autorisolve, recentemente sono stati descritti casi di soggetti morti per asma durante attività sportive ludiche e agonistiche (17). Questi erano soggetti prevalentemente di sesso maschile tra i 10 e i 20 anni, molti erano affetti da asma lieve e il 77% non utilizzava terapia di mantenimento per la malattia asmatica. Questo studio sottolinea come tutti gli individui coinvolti in attività sportive organizzate dovrebbero essere a conoscenza del rischio di un possibile grave accesso asmatico. Gli allenatori e i medici al

seguito delle squadre dovrebbero essere preparati ad affrontare un accesso asmatico. I medici che seguono i pazienti e, in particolare, i pediatri dovrebbero far sì che l'asma del paziente sia adeguatamente trattata e monitorata e stressare l'importanza che i farmaci necessari per trattare un accesso acuto d'asma siano disponibili durante qualunque tipo di attività sportiva.

A tal riguardo, dobbiamo ricordare che molta dell'attività fisica in grado di scatenare broncospasmo viene svolta a scuola. Studi condotti nel Regno Unito e in Australia dimostrano che gli insegnanti non hanno informazioni sufficienti sull'EIA e sul suo trattamento (18, 19). In molte scuole, inoltre, non è permesso agli alunni di tenere a disposizione i farmaci e i relativi dispositivi che ne permettono l'inalazione in caso di bisogno.

Patogenesi dell'asma da sforzo

Numerosi fattori influenzano la comparsa e la gravità dell'asma da sforzo: le variabili più importanti sono il tipo di attività fisica, il grado di iperventilazione e le condizioni ambientali (temperatura, umidità). Un alto carico di lavoro riesce ad indurre EIA nella maggior parte dei pazienti asmatici (20) e l'entità dell'asma da sforzo è correlata con il livello di ventilazione che viene raggiunto (16).

Negli ultimi 15 anni c'è stato un vivace dibattito sui meccanismi che causano l'asma da sforzo (11, 16, 21) (Tabella 1). Le ipotesi più accreditate sono due: l'ipotesi "osmotica" e l'ipotesi "termica".

L'ipotesi "osmotica" sostiene che l'evento iniziale che porta alla contrazione della muscolatura liscia sia la perdita di acqua dal liquido di superficie delle vie aeree per evaporazione indotta dall'iperventilazione di aria secca durante lo sforzo (16, 22). Durante un esercizio intenso infatti il naso viene bypassato e le basse vie aeree vengono reclutate per umidificare e riscaldare l'aria inspirata. Ciò

causa un aumento dell'osmolarità della mucosa delle vie aeree ed una disidratazione cellulare che favorisce il rilascio di mediatori (istamina, leucotrieni) da varie cellule infiammatorie. Tali mediatori, in primis istamina e leucotrieni, inducono una rapida contrazione della muscolatura liscia con riduzione di calibro delle vie aeree. Da notare che i leucotrieni sono molto più potenti dell'istamina nel causare il restringimento delle vie aeree.

L'ipotesi "termica" sostiene che l'asma da sforzo sia innescata da un effetto termico causato dal raffreddamento delle vie aeree durante l'esercizio seguito da un rapido riscaldamento alla fine dello sforzo (11, 21). Ciò comporterebbe una iperemia reattiva delle microvascolatura bronchiale con edema della pareti bronchiali. Il restringimento delle vie aeree sarebbe quindi una conseguenza di questi eventi vascolari dei quali il più rilevante sembra essere l'iperemia reattiva (11). Il ri-riscaldamento delle vie aeree dopo iperventilazione sembra essere due volte più rapido negli asmatici rispetto ai soggetti sani (11, 21). Tale condizione troverebbe spiegazione nell'iperplasia del letto capillare bronchiale (23) e nell'elevata permeabilità della microvascolatura delle pareti bronchiali dei soggetti asmatici (11). L'ipotesi "termica" non contempla un ruolo della muscolatura liscia bronchiale o di mediatori dell'infiammazione nei meccanismi dell'asma da sforzo.

In realtà le più recenti evidenze suggeriscono che entrambi questi meccanismi, iperemia reattiva ed aumento di osmolarità a livello della mucosa bronchiale, siano eventi decisivi nella patogenesi dell'EIA (22).

Fattori che influenzano la gravità dell'EIA

In considerazione dei fenomeni su descritti, è chiaro che alcuni aspetti come le condizioni climatiche (aria fredda e secca), una recente flogosi delle vie

Tabella 1 Teorie sulla patogenesi dell'EIA.

Ipotesi osmotica:

Il raffreddamento delle vie aeree porta ad una disidratazione della superficie delle vie aeree con aumento di osmolarità a livello del liquido periciliare, rilascio dei mediatori dell'infiammazione e conseguente broncospasmo

Ipotesi termica:

Dopo lo sforzo fisico si verifica un rapido riscaldamento delle vie aeree che fa seguito ad un raffreddamento durante lo sforzo. Questo fenomeno porta ad una congestione vascolare, aumentata permeabilità ed edema con conseguente broncoostruzione

aeree, il tipo di attività fisica (iperventilazione sostenuta) e la carica allergenica ambientale possono notevolmente influenzare la comparsa dell'EIA. Un fenomeno interessante riguarda la carica allergenica ambientale: certi soggetti allergici ai pollini presentano un consistente aumento dell'EIA in primavera quando corrono all'aperto. In questa situazione ai meccanismi soprariportati si associa un aumento dell'iperreattività bronchiale legata allo stimolo allergenico. In questi bambini un test da sforzo in laboratorio eseguito d'inverno può essere negativo mentre eseguito durante il periodo pollinico può diventare francamente positivo.

Le attività sportive che più frequentemente scatenano broncospasmo sono di tipo aerobico, comportano un impegno ventilatorio e muscolare importante, hanno una durata sufficiente. Tra le attività sportive che più frequentemente sono implicate nello scatenamento di EIA va annoverata la corsa libera (20). Il nuoto, forse per le condizioni di umidità in cui si svolge l'attività, risulta essere l'attività fisica meno asmogena (20). A tal riguardo, è stato però recentemente dimostrato che bambini che frequentano regolarmente piscine clorinate presentano un rischio aumentato di asma, forse per un effetto tossico dei prodotti clorinati sulla permeabilità polmonare (24). Potere asmogeno intermedio sembrano avere gli sport di squadra come pallavolo e pallacanestro.

In circa il 60% dei soggetti con asma da sforzo si assiste al fenomeno del "periodo refrattario": se si ripete un test da sforzo nelle 2 ore successive al primo test la caduta del FEV₁ è nettamente attenuata (11). Per questo motivo è importante che il bambino non abbia eseguito sforzi fisici nelle ore precedenti al test da sforzo. Sembra che il rilascio di prostaglandine ad attività broncodilatatrice abbia un ruolo nella patogenesi del periodo refrattario perché la somministrazione di indometacina riduce il periodo refrattario.

Un altro interessante fenomeno è quello della "reazione ritardata". In analogia a quanto avviene dopo un *challenge* con l'allergene, in alcuni bambini asmatici è stata descritta una reazione duale (precoce e tardiva) con una broncostruzione tardiva al test da sforzo dopo 6-8 ore (25).

Quali test nel bambino asmatico che fa sport?

Quando l'asma è sotto controllo, non dovrebbero esserci limitazioni all'attività sportiva per il bambino asmatico. A tal riguardo, l'American Academy

of Pediatrics riporta che "con un'appropriata terapia ed educazione, solo atleti con asma più grave necessitano di limitare la loro partecipazione ad attività sportive" (26).

Il giudizio di idoneità alla pratica di attività sportiva nel bambino asmatico è condizionato dal quadro clinico. Si ha inidoneità temporanea quando la malattia non è sotto controllo o durante le riacutizzazioni. Per il bambino che esegue attività sportiva agonistica è sufficiente eseguire una spirometria ed un test da sforzo.

Il test da sforzo in laboratorio

Il *challenge* della corsa è particolarmente adeguato in età pediatrica, dal momento che rappresenta uno stimolo fisiologico che riproduce circostanze di "vita reale" che si presentano quotidianamente (2, 4, 27). Spesso l'esercizio fisico è in grado di scatenare broncospasmo se il carico di lavoro arriva almeno all'80% del massimo consumo di ossigeno. Tuttavia in certi soggetti asmatici anche uno sforzo fisico di modesta entità può causare importante broncospasmo. Di rilievo è il fatto che l'entità dell'EIA non è correlata con le prove di funzionalità respiratoria a riposo e che fino al 50% dei pazienti con un asma ben controllato dagli steroidi inalatori presenta ugualmente EIA (14).

Sono stati proposti numerosi protocolli per il test da sforzo. Vi è comunque accordo sul fatto che un *challenge* di 6 minuti di corsa sotto i 12 anni di età e 8 minuti sopra i 12 anni di età, che porti ad un rapido aumento della frequenza cardiaca fino all'80-90% del massimo valore previsto per l'età (calcolato come 220-età in anni), sia un test soddisfacente (28). Durante il test la frequenza cardiaca viene monitorata e registrata con un cardiofrequenziometro. Se il FEV₁ basale è inferiore al 75-80% del predetto è consigliabile posticipare il *challenge* (28, 29).

Nelle 6-24 ore precedenti al test da sforzo devono essere sospesi tutti i farmaci antiasmatici che possono influire sul risultato del test (Tabella 2) (28), a meno che non si voglia eseguire un test per valutare l'effetto protettivo dei farmaci che si utilizzano per la prevenzione dell'EIA. Quest'ultimo aspetto di eseguire il test da sforzo con premedicazione farmacologica è molto utile per rassicurare genitori e bambini e dimostrare loro che il problema può essere prevenuto.

L'ergometro di scelta è il *treadmill* e un protocollo standard prevede di utilizzare una velocità di 6

Tabella 2 Intervallo di tempo minimo che deve trascorrere tra l'ultima dose di farmaco e il test da sforzo (28).

β_2 agonisti inalatori a breve durata di azione	8 ore
Ipratropium bromuro	24 ore
β_2 agonisti inalatori a lunga durata di azione	48 ore
Broncodilatatori orali	
• Teofillina liquida	12 ore
• Teofillina ad azione intermedia	24 ore
• Teofillina a lunga durata di azione	48 ore
• β_2 agonisti standard	12 ore
• β_2 agonisti a lunga durata di azione	24 ore
Disodiocromoglicato	8 ore
Nedocromile	48 ore
Idrossizina, cetirizina	3 giorni
Inibitori dei leucotrieni	24 ore

km/h variando l'inclinazione della pedana in modo da far raggiungere la frequenza cardiaca desiderata nel 1°-2° minuto di corsa (4). Alcuni laboratori utilizzano il cicloergometro, che però comporta uno sforzo meno asmogeno rispetto alla corsa. Se il protocollo è standardizzato anche il test della corsa libera è risultato essere valido e ripetibile (30) con il limite legato alla variabilità delle condizioni ambientali. Per essere standardizzato il test va infatti effettuato in un ambiente dove le condizioni climatiche possano essere controllate: temperatura compresa fra 20 C° e 24 C°, umidità relativa <40%. Durante lo sforzo il naso deve essere chiuso con uno stringinaso in modo da far ventilare il paziente attraverso la bocca e ridurre il riscaldamento dell'aria che fisiologicamente avviene nel passaggio attraverso il naso. Ciò aumenta la responsività delle vie aeree al *challenge* dell'esercizio (11). La misurazione del FEV₁ deve essere eseguita subito prima dell'esercizio, entro un minuto dal termine e quindi ad intervalli regolari (3, 5, 10, 15, 20, 30 minuti) dalla fine dello sforzo. La broncostruzione massima viene quasi sempre raggiunta 3-12 minuti dopo la fine del test da sforzo e si risolve entro circa 60 minuti (Figura 1). Se la caduta del FEV₁ supera il 40% si consiglia di interrompere il test e di somministrare un broncodilatatore e di ripetere la spirometria dopo 15 minuti. I risultati del test vengono espressi come massima riduzione percentuale del FEV₁ (indice di broncostruzione) utilizzando la formula: (FEV₁

pre-esercizio - FEV₁ minimo post-esercizio)/FEV₁ pre-esercizio. Una riduzione del FEV₁ ≥10% è generalmente accettata come risposta anomala al test da sforzo. Secondo alcuni autori, però, una riduzione ≥15% è più accurata per la diagnosi di EIA (28). Una caduta del FEV₁ maggiore del 40% (per pazienti non in terapia antinfiammatoria di fondo) o maggiore del 25% (pazienti in terapia con steroidi inalatori) è il parametro suggerito per definire grave l'asma da sforzo.

Una valutazione complementare prevede il calcolo dell'area sotto la curva del FEV₁ (31). Questa viene calcolata utilizzando una serie di misure di FEV₁ fatte dopo l'esercizio. L'area sotto la curva viene calcolata unendo i vari punti di FEV₁ che si ottengono per un'ora dopo la fine del *challenge* (Figura 2). Anche in questo caso i vari punti di FEV₁ vengono calcolati come caduta percentuale rispetto al basale. Questo tipo di valutazione integra la caduta massima del FEV₁ con il tempo di recupero. Durante e dopo il test da sforzo può essere misurata anche la saturazione di O₂ per mettere in evidenza alterazioni della saturazione indotte dall'esercizio fisico, che comunque difficilmente vengono rilevate in soggetti asmatici.

Se il sospetto di EIA è fondato e il test risulta negativo, la prova può essere ripetuta facendo respirare al paziente aria fredda e secca (11) e con un carico di lavoro di entità maggiore (90-95% del carico massimo previsto per l'età) (32).

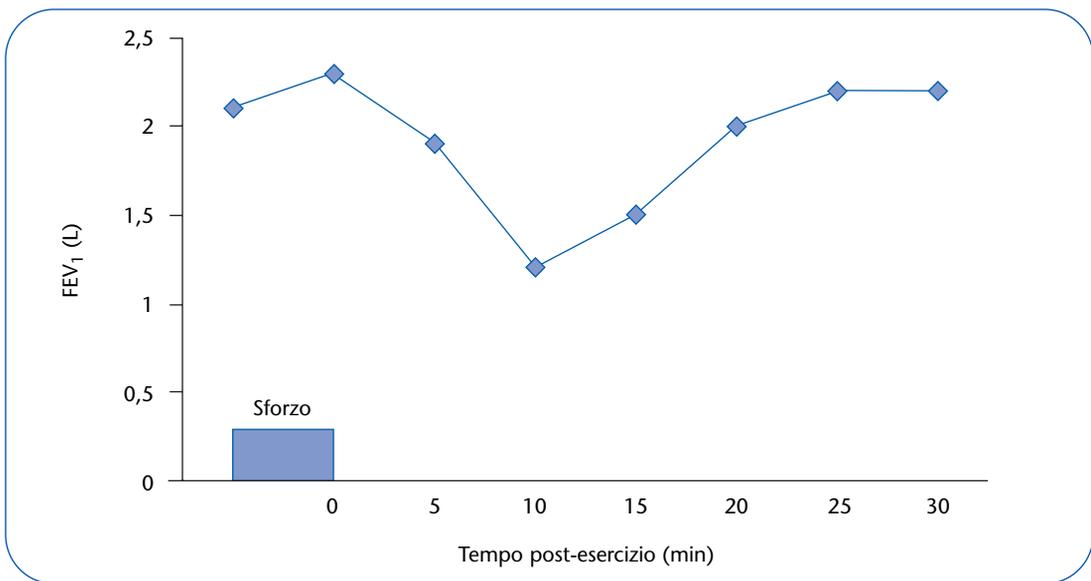


Figura 1 Risposta al test da sforzo in un bambino di 10 anni. Il FEV₁ presenta una riduzione massima dopo 10 minuti dal termine dello sforzo e torna al valore basale entro 30 minuti.

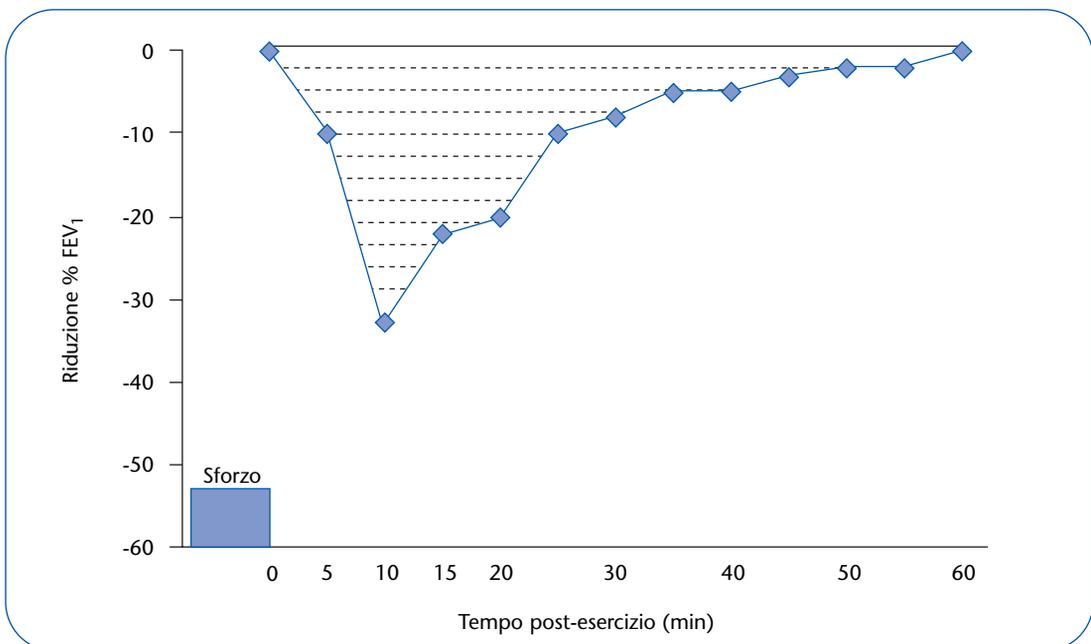


Figura 2 Valutazione dell'entità dell'EIA tramite calcolo dell'area sotto la curva del FEV₁ (area tratteggiata). L'area viene calcolata unendo i punti relativi alla riduzione percentuale del FEV₁ per 60 minuti dopo il termine dello sforzo. Il calcolo dell'area sotto la curva del FEV₁ permette di integrare la caduta massima del FEV₁ con il tempo di recupero.

Nel referto del test da sforzo, oltre all'indice di broncostruzione, devono essere riportati i valori sequenziali di FEV₁, la frequenza cardiaca basale e massima e l'obiettività toracica.

In Italia dal 1982 lo *step test* della durata di 3 minuti, la spirometria e l'ECG prima e durante il test da

sforzo sono obbligatori per tutti coloro vogliono prendere parte ad attività sportiva agonistica (33). Lo *step test* viene anche utilizzato per valutare la capacità allo sforzo di bambini con fibrosi cistica (34), malattia nella quale trova indicazione per determinare il rischio di desaturazione di O₂

durante uno sforzo fisico (35) e per studiare i candidati al trapianto polmonare (36).

Recentemente, Tancredi e collaboratori hanno messo a confronto lo *step test* di 3 minuti con il test da sforzo su *treadmill* in bambini asmatici (37). Gli autori hanno dimostrato che, sebbene lo *step test* porti ad una percentuale minore di riduzione del FEV₁ e ad un minor valore dell'area sotto la curva del FEV₁ rispetto al test su *treadmill*, esso può rappresentare un test alternativo, rapido, economico e facilmente eseguibile per identificare l'EIA in pazienti ambulatoriali e per studi epidemiologici.

Test da sforzo con misura dei gas respiratori

Durante un test da sforzo si possono misurare la ventilazione e lo scambio dei gas respiratori alla bocca (29, 38). Il test può essere eseguito su *treadmill* o su cicloergometro utilizzando vari protocolli. Un test da sforzo massimale con aumento graduale del carico di lavoro associato alla misurazione dei gas respiratori permette di valutare la relazione tra respirazione cellulare e respirazione dell'intero organismo. L'adattamento dell'organismo alla situazione di stress dovuta allo sforzo fisico può essere soddisfacente solo se vi è una risposta integrata dei vari apparati deputati a rispondere all'aumento della richiesta metabolica: sistema respiratorio, cardiocircolatorio e utilizzazione periferica di ossigeno.

L'inadeguata risposta di uno di questi sistemi porta inevitabilmente ad un'alterazione dello scambio dei gas respiratori. Misure fondamentali sono rappresentate da: ventilazione minuto fino alla ventilazione massima, frequenza respiratoria, frequenza cardiaca, produzione di CO₂, consumo massimale di O₂, che prevede il raggiungimento di un plateau di O₂, difficilmente ottenibile nel bambino, nel quale è più corretto utilizzare il picco di O₂, che rappresenta il più alto valore di consumo di O₂ raggiunto durante il test. Dalla relazione tra consumo di O₂ e frequenza cardiaca si ricava il polso di O₂, che rappresenta la quantità di O₂ utilizzata dall'organismo per ogni battito cardiaco, mentre dall'andamento dei gas respiratori e della ventilazione si può ricavare la soglia anaerobica, che rappresenta il livello di sforzo al di sopra del quale il trasporto di O₂ ai muscoli diventa insufficiente per le richieste energetiche e si ha una transizione verso il lavoro di tipo anaerobico con aumento dell'acido lattico nel sangue.

L'utilizzo del test da sforzo con misurazione dello scambio dei gas respiratori trova applicazione soprattutto nell'età adulta in pazienti affetti da patologie croniche a carico dell'apparato respiratorio e cardiocircolatorio o in tutte le condizioni di alterata tolleranza allo sforzo con prove di funzionalità respiratoria normali a riposo (Tabella 3) (29). Nel paziente asmatico questo test trova indicazione soprattutto in fase di ricerca. A tal riguardo, con test da sforzo cardiopolmonare è stato messo in

Tabella 3 Indicazioni all'esecuzione di test da sforzo cardiopolmonare in pazienti con patologia respiratoria (29).

Valutazione della tolleranza allo sforzo e potenziali fattori limitanti

- Identificazione di limitazioni allo sforzo fisico e discriminazione delle relative cause
- Differenziazione tra dispnea di origine polmonare o cardiaca
- Valutazione di dispnea non spiegata quando i test di funzionalità a riposo non danno risultati conclusivi

Valutazione della limitazione allo sforzo in patologie polmonari croniche

- Malattia polmonare interstiziale
- Malattia polmonare cronica ostruttiva
- Occlusione vascolare polmonare cronica (controverso)
- Fibrosi cistica

Valutazione pre-operativa

- Interventi di resezione polmonare

Diagnosi di asma indotta dall'esercizio fisico

Programmi di riabilitazione

Trapianto di polmone o cuore-polmone

evidenza come, a parità di livello abituale di attività fisica, bambini asmatici abbiano valori di VO_{2max} , soglia anaerobica e durata massima dello sforzo sovrapponibile a quella di bambini sani, mentre in soggetti con ridotto livello di attività fisica quotidiana questi parametri risultavano ridotti sia nel gruppo di asmatici che nel gruppo di soggetti sani (6). Un'altra categoria di soggetti affetti da patologia cronica respiratoria in età pediatrica è rappresentato da bambini con broncodisplasia polmonare. In molti bambini affetti da BPD non permangono alterazioni cliniche rilevanti a carico dell'apparato respiratorio. Alterazioni della funzionalità respiratoria possono però persistere fino all'età adulta e la progressione verso la malattia ostruttiva cronica polmonare dell'età adulta rappresenta una fonte di preoccupazione in soggetti con patologia più grave. Studi di funzionalità respiratoria eseguiti in bambini affetti da BPD in età scolare dimostrano la possibile presenza di alterazioni di tipo ostruttivo, nella maggior parte dei casi non reversibili con salbutamolo, in assenza di infiammazione di tipo asmatico (39). Un altro fattore che desta preoccupazione è rappresentato dalla tolleranza allo sforzo fisico di pazienti con BPD. A tal riguardo, è stato dimostrato che, pur in presenza di funzionalità respiratoria a riposo solo lievemente alterata, bambini in età scolare, con storia di BPD e assenza di sintomatologia clinica attuale, presentano un'alterata risposta ad un test da sforzo cardiorespiratorio, con riduzione del consumo massimale di ossigeno, della ventilazione massima raggiunta e della soglia anaerobica (40).

Conclusioni

L'attività fisica è un trigger molto importante di broncostruzione e l'asma da sforzo può interessare fino all'80-90% dei bambini asmatici. Spesso l'EIA non viene riconosciuta dai pazienti ed è sottodiagnosticata dai medici. Per questa ragione molti bambini asmatici si allontanano dalle attività ludico-sportive con ripercussioni negative sulla loro sfera emotiva e sulla qualità di vita. A tal proposito il documento delle Linee Guida internazionali sull'asma (41) stabilisce che fra gli scopi del trattamento dell'asma vi è quello di permettere al paziente di sostenere una normale attività fisica inclusa la partecipazione ad attività sportive. Ovviamente, la partecipazione ad attività sportive risulta temporaneamente controindicata se la malattia non è controllata o è in fase acuta. Per il bambino asmatico che vuole intraprendere un'attività sportiva sono sufficienti una spirometria e un test da sforzo. Il test da sforzo della corsa su *treadmill* è un *challenge* particolarmente adeguato per i bambini perché è uno stimolo fisiologico che riproduce circostanze di vita reale che si presentano quotidianamente. Un test da sforzo cardiopolmonare con misurazione di consumo di O_2 , produzione di CO_2 e ventilazione risulta invece indicato in pazienti con patologie polmonari croniche che possono associarsi ad alterato scambio di gas a livello polmonare e limitare la tolleranza allo sforzo fisico. In tali casi, l'indicazione ad eseguire attività sportiva va valutata nel singolo caso, in base alla patologia polmonare e ai risultati del test da sforzo.

Bibliografia

1. Adams F. *The extant works of Aretaeus the Cappadocian*. London: The Sydenham Society 1856; 316-319.
2. Cooper DM, Springer C. *Pulmonary function assessment in the laboratory during exercise*. In: Chernick V, Boat T (eds). "Kendig's, disorders of the respiratory tract in children". 6th edition. Philadelphia: WB Saunders Co 1998; 214-237.
3. Baraldi E. *Chronic respiratory diseases and sport in children*. Int J Sports Med 2000; 21: 103-105.
4. Baraldi E. *Risposta cardiorespiratoria e metabolica al test da sforzo nel bambino sano e affetto da malattia cronica*. Riv Ital Ped (IJP) 1993; 19: 3-13.
5. Lang DM, Butz AM, Duggan AK, Serwint JR. *Physical activity in urban school-aged children with asthma*. Pediatrics 2004; 113: e341-e346.
6. Santuz P, Baraldi E, Filippone M, Zacchello F. *Exercise performance in children with asthma: is it different from that of healthy controls?* Eur Respir J 1997; 10: 1254-1260.
7. Coughlin SP. *Sports and the asthmatic child: a study of exercise induced asthma and the resultant handicap*. J Royal Coll Gen Pract 1988; 38: 253-255.
8. Hallstrand TS, Curtis JR, Aitken ML, Sullivan SD. *Quality of life in adolescents with mild asthma*. Pediatr Pulmonol 2003; 36: 536-543.
9. Kattan M, Keens TG, Mellis CM, Levison H. *The response to exercise in normal and asthmatic children*. J Pediatr 1978; 92: 718-721.
10. Rietveld S. *Symptom perception in asthma: a multidisciplinary review*. J Asthma 1998; 35: 133-135.
11. Mc Fadden ER. *Exercise-induced airway narrowing*. In: Middleton E (ed). "Allergy, Principles & Practice". 5th ed. New York: Mosby 1998; 953-962.
12. Yoshikawa T, Shoji S, Fujii T, et al. *Severity of exercise-induced bronchoconstriction is related to eosinophilic inflammation in patients with asthma*. Eur Respir J 1998; 12: 879-884.
13. Scollo M, Zanconato S, Ongaro R, et al. *Exhaled nitric oxide and exercise-induced bronchoconstriction in asthmatic children*. Am J Respir Crit Care Med 2000; 161: 1047-1050.
14. Waalkans HJ, van Essen-Zandvliet E, Gerritsen J, et al. *The effect of an inhaled corticosteroid (budesonide) on exercise-induced asthma in children*. Dutch CNSLD Study Group. Eur Respir J 1993; 6: 652-656.
15. Godfrey S, Springer N, Noviski C, Avital A. *Exercise but not methacoline differentiates asthma from chronic lung disease in children*. Thorax 1991; 46: 488-492.
16. Anderson SD, Daviskas E. *Airway drying and exercise induced asthma*. In: Mc Fadden ER (ed). "Exercise induced asthma - lung biology in health and disease". New York: Marcel Dekker 1999; 77-113.
17. Becker JM, Rogers J, Rossini G, et al. *Asthma deaths during sports: Reports of a 7-year experience*. J Allergy Clin Immunol 2004; 113: 264-267.
18. Gibson PG, Henry RL, Vimpani GV, Halliday J. *Asthma knowledge, attitudes, and quality of life in adolescents*. Arch Dis Child 1995; 73: 321-326.
19. Bevis M, Taylor B. *What do schoolteachers know about asthma?* Arch Dis Child 1990; 65: 622-625.
20. Carlsen KH. *Exercise induced asthma in children and adolescents and the relationship to sports*. Pediatr Allergy Immunol 1998; 9: 173-180.
21. McFadden ER. *Hypothesis: exercise-induced asthma as a vascular phenomenon*. Lancet 1990; 1: 880-883.
22. Anderson SD, Daviskas E. *The mechanism of exercise-induced asthma is ...* J Allergy Clin Immunol 2000; 106: 453-459.
23. Salvato G. *Quantitative and morphological analysis of the vascular bed in bronchial biopsy specimens from asthmatic and non-asthmatic subjects*. Thorax 2001; 56: 902-906.
24. Bernard A, Carbonnelle S, Michel O, et al. *Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools*. Occup Environ Med 2003; 60: 385-394.
25. Boner AL, Niero E, Antolini I, Warner JO. *Biphasic (early and late) asthmatic response to exercise in children with severe asthma, resident at high altitude*. Eur J Pediatr 1985; 144: 164-166.

- 26.** American Academy of Pediatrics. Committee on Sports Medicine and Fitness. *Medical conditions affecting sports participation*. Pediatrics 2001; 107: 1205-1209.
- 27.** Becker A. *Controversies and challenges of exercise-induced bronchoconstriction and their implications for children*. Pediatr Pulmonol 2001; 32: 38-45.
- 28.** American Thoracic Society. *Guidelines for methacholine and exercise challenge testing-1999*. Am J Respir Crit Care Med 2000; 161: 309-329.
- 29.** ERS Task Force on Standardization of Clinical Exercise Testing. *Clinical exercise testing with reference to lung disease: indications, standardization and interpretation strategies*. Eur Resp J 1997; 10: 2662-2689.
- 30.** Haby M, Peat J, Mellis C, et al. *An exercise challenge for epidemiological studies of childhood asthma: validity and repeatability*. Eur Respir J 1995; 8: 729-736.
- 31.** Price JF. *Choices of therapy for exercise-induced asthma in children*. Allergy 2001; 56: 12-17.
- 32.** Carlsen KH, Engh G, Mork M. *Exercise-induced bronchoconstriction depends on exercise load*. Respir Med 2000; 94: 750-755.
- 33.** Legge Tutela Sanitaria Attività Sportive - D.M. 18.02.1982 modificata dal decreto del Ministro della Sanità 28 febbraio 1983. Gazzetta Ufficiale Repubblica Italiana del 15 marzo 1983, n. 72.
- 34.** Narang I, Pike S, Rosenthal M, et al. *Three-minute step test to assess exercise capacity in children with cystic fibrosis with mild lung disease*. Pediatr Pulmonol 2003; 35: 108-113.
- 35.** Hadeli KO, Siegel EM, Sherrill DL, et al. *Predictors of oxygen desaturation during submaximal exercise in 8,000 patients*. Chest 2001; 120: 88-92.
- 36.** Aurora P, Prasad SA, Balfour-Lynn IM, et al. *Exercise tolerance in children with cystic fibrosis undergoing lung transplantation assessment*. Eur Respir J 2001; 18: 293-297.
- 37.** Tancredi G, Quattrucci S, Scalercio F, et al. *3-Min step test and treadmill exercise for evaluating exercise-induced asthma*. Eur Respir J 2004; 23: 569-574.
- 38.** Wasserman K, Hansen Je, Sue DY, et al. *Principles of Exercise Testing and Interpretation*. 3rd Edition. Baltimore, Maryland: Lippincott Williams & Wilkins 1999.
- 39.** Filippone M, Sartor M, Zacchello F, Baraldi E. *Flow limitation in infants with bronchopulmonary dysplasia and respiratory function at school age*. Lancet 2003; 361: 753-754.
- 40.** Santuz PA, Baraldi E, Zaramella P, et al. *Factors limiting exercise performance in long-term survivors of bronchopulmonary dysplasia*. Am J Respir Crit Care Med 1995; 152: 1284-1289.
- 41.** *Global Strategies for Asthma Management and Prevention*. NIH Publication No. 02-3659, updated 2002.

Alessandra Gennari, Elisa Paolucci, Annalisa Cogo

Dipartimento di Medicina Clinica e Sperimentale, Sezione di Malattie Respiratorie, Università di Ferrara

Asma e Montagna

Altitude and Asthma

Parole chiave: altitudine, asma, iperresponsività bronchiale

Key words: altitude, asthma, bronchial hyperresponsiveness

Riassunto. In questo lavoro viene esaminato l'effetto dell'esposizione al clima di montagna per i pazienti asmatici in modo da orientare il clinico circa i consigli da dare al paziente relativi alla terapia ed allo stile di vita. Il clima d'alta quota presenta infatti delle caratteristiche che possono interferire con la patologia asmatica: anche se la maggior parte degli effetti dell'alta quota è dovuta all'ipossia anche la ridotta umidità, il freddo e l'inevitabile esercizio fisico possono agire sull'iperresponsività bronchiale. A quote medie (1.500-2.000 m) l'effetto maggiore è dato dalla riduzione dell'esposizione ad allergeni ed inquinamento con riduzione dell'entità dell'infiammazione bronchiale e quindi dell'iperresponsività delle vie aeree. Verranno poi esaminati gli effetti dell'esposizione a quote più elevate dove l'ipossia è più marcata e verranno esposte le raccomandazioni che gli asmatici devono seguire per andare in montagna in sicurezza.

Summary. The aim of this paper is to review how pre-existing asthma can be affected by altitude exposure, in order to provide clinicians with a deeper insight and tools for optimising the medical condition and thus lifestyle of these patients. Exposure to high altitude can greatly affect patients with asthma who have specific problems when exposed to different climatic conditions. Although most of the effects of high altitude are due to hypoxia, other atmospheric and climatic conditions can affect respiratory function and bronchial hyper-responsiveness in asthmatic subjects. At altitude, temperature, humidity and density of the air decrease with ascent; furthermore a physical effort is often required to climb. All these factors may worsen asthma. At 1.500-2.000 m hypoxia is not severe, and the main effect is the reduction or absence of pollen, house dust, mite and environmental pollution which can play a pivotal role in reducing the bronchial inflammation underlying airway hyper-responsiveness. At higher altitudes the hypoxia is more severe and the effect on bronchial hyperresponsiveness will be reviewed. Recommendations for a safe exposure of asthmatic patients at altitude, will also be discussed.

Accettato per la pubblicazione il 4 agosto 2004.

Corrispondenza: Prof.ssa Annalisa Cogo, Dipartimento di Medicina Clinica e Sperimentale, Sezione di Malattie dell'Apparato Respiratorio, Via Savonarola 9, 44100 Ferrara; e-mail: annalisa.cogo@unife.it

Clima di montagna

Il clima di montagna presenta delle peculiarità, sempre più evidenti man mano che si sale di quota, che possono interferire con la funzionalità respiratoria ed avere degli effetti sui soggetti asmatici. Infatti progressivamente si riducono la pressione barometrica, e quindi la pressione di ossigeno (ipossia); la temperatura (circa 1°C ogni 150 m); l'umidità assoluta e la densità dell'aria (Tabella 1) (1). Oltre a questi fattori atmosferici va tenuto conto

Tabella 1 Clima di montagna.

↓ Pressione Barometrica
↓ Pressione inspiratoria dell'ossigeno
↓ Temperatura
↓ Umidità
↓ Densità dell'aria
↑ Radiazioni solari
↑ Ventosità

anche della riduzione degli aeroallergeni e degli inquinanti ambientali.

In base all'entità dell'ipossia, l'altitudine viene schematicamente suddivisa in *media quota* tra i 1.500 e 2.500-3.000 m, *alta quota* tra i 2.500-3.000 e i 5.500 m, *altissima quota* sopra i 5.500 m.

Le caratteristiche climatiche dell'ambiente montano obbligano l'organismo a mettere in atto meccanismi di compenso e di adattamento indicati con il termine di "acclimatazione". L'entità delle risposte dell'organismo è proporzionale all'altitudine raggiunta, all'abituale quota di residenza ed alla durata della permanenza in quota.

Il primo meccanismo di difesa instaurato dall'organismo all'ambiente ipossico è attivato dai sistemi di controllo ventilatorio e cardiaco. Se la permanenza in quota si prolunga gli adattamenti coinvolgono anche l'apparato endocrino, con ipersecrezione degli ormoni surrenalici, e l'apparato emopoietico con incremento della produzione di globuli rossi.

Risposte dell'apparato respiratorio

La prima risposta dell'organismo all'esposizione all'ipossia è costituita dall'iperventilazione con incremento a riposo del volume corrente, poi della frequenza respiratoria. L'incremento della ventilazione è immediato ed inizia in maniera significativa quando la *pressione alveolare* di O_2 è 370 mmHg (corrispondente a quote superiori a 3.000 m) e persiste se si continua a salire. Contemporaneamente si verifica vasocostrizione ipossica con conseguente ipertensione polmonare. Oltre all'ipossia, anche le altre variabili climatiche ed atmosferiche hanno degli effetti sull'apparato respiratorio:

- la ridotta densità dell'aria riduce le resistenze bronchiali e facilita i flussi espiratori;
- la ridotta umidità può modificare le caratteristiche reologiche dell'escreato;
- il freddo, il vento e l'esercizio fisico possono indurre broncospasmo in soggetti asmatici.

Asma e montagna

Circa 300 milioni di persone nel mondo sono affette da asma bronchiale, fenomeno che la classifica fra le più comuni malattie mondiali. C'è un'importante differenza di prevalenza di questa malattia tra i diversi paesi: la prevalenza in Australia, Nuova Zelanda, e Regno Unito è più alta

rispetto a quella delle regioni asiatiche (si parla di 18% versus 1%) (2).

In diversi studi è stata dimostrata una correlazione inversa tra prevalenza e morbilità dell'asma e l'altitudine (3, 4). L'asma bronchiale, infatti, ha una prevalenza media di circa il 5% nella popolazione generale a livello del mare, mentre nei bambini che vivono in alta quota è caratterizzata da bassa prevalenza e morbilità (5). Questa correlazione inversa tra prevalenza di asma ed altitudine fa ipotizzare che l'ambiente di montagna possa interferire su alcuni dei fattori responsabili dello sviluppo di questa patologia (4). Per poter comprendere meglio questi dati dobbiamo tenere conto del fatto che alcuni fattori ambientali quali esposizione ad aeroallergeni ed inquinanti atmosferici sono importanti fattori di rischio delle riacutizzazioni asmatiche. Un altro elemento di cui tenere conto è il broncospasmo indotto da esercizio fisico (*exercise induced bronchospasm*, EIB) che ha una prevalenza di circa il 70-80% nei soggetti asmatici. Questi pazienti riferiscono dispnea che in genere si presenta qualche minuto dopo il termine di un esercizio ma se questo è particolarmente intenso la dispnea si può presentare già durante lo svolgimento dell'esercizio stesso. Alcuni studi hanno dimostrato che il broncospasmo da esercizio fisico è esacerbato dall'iperventilazione di aria secca e fredda e dall'inspirazione di aria contenente inquinanti (6-8). Dato che in montagna si respira aria più secca e più fredda ed in genere si compie esercizio fisico potremmo aspettarci la comparsa di attacchi d'asma. A questo si aggiungono i risultati di un recente articolo che ha dimostrato l'attivazione non specifica degli eosinofili ematici durante un prolungato esercizio aerobico intenso a quote moderate (2.351 m) già in soggetti sani che starebbe a dimostrare la presenza di un'inflammazione subclinica, non su base allergica che nei soggetti asmatici potrebbe determinare un aumento dell'iperresponsività bronchiale (9).

Ipossia ed asma

Un capitolo a parte è rappresentato dall'effetto della sola riduzione di ossigeno sulla responsività bronchiale. Studi condotti in laboratorio hanno dimostrato che l'inalazione di miscele ipossiche, simulanti quote tra i 2.500 e i 4.000 m, incrementa la responsività bronchiale alla metacolina mentre l'inalazione di miscele a minore contenuto di ossigeno simulanti quote > ai 5.000 m la riducono (10-12).

Gli autori di questi lavori ipotizzano che l'ipossia severa, stimolando l'incremento di ormoni surrenalici, possa esercitare un effetto protettivo sull'iperresponsività bronchiale.

Asma ad altitudine moderata

Alla quota di 1.500-2.000 m l'ipossia è lieve e la principale modificazione ambientale è la riduzione o l'assenza di inquinanti e di allergeni, soprattutto il *Dermatophagoides pteronissimus* (3), fenomeno che determina una significativa riduzione dell'infiammazione bronchiale e quindi la riduzione dell'iperresponsività delle vie aeree (13).

Evitare l'esposizione agli allergeni, specialmente agli acari della polvere, è una raccomandazione frequente nel trattamento dell'asma, ed in ambiente montano ciò si verifica effettivamente. Già da tempo esistono sulle Alpi due strutture residenziali per bambini asmatici: il Dutch Asthma Center a Davos (CH) a 1.560 m, e l'istituto di Pio XII a Misurina a 1.700 m. Dopo una prolungata permanenza (1-6 mesi) in questi centri, si è dimostrata una riduzione dell'iperresponsività bronchiale a diversi stimoli quali l'AMP (adenosina-5monofosfato), la metacolina e l'esercizio fisico. I pazienti riescono in genere a ridurre il dosaggio dei farmaci antiastmatici, soprattutto i corticosteroidi. Questo effetto è comparabile all'effetto che si ottiene con alte dosi di steroidi inalatori (14-18).

Tutti questi dati confermano che l'esposizioni ad altitudini moderate ha un effetto positivo sugli asmatici, probabilmente attraverso meccanismi di riduzione dell'esposizione allergenica che riduce l'infiammazione bronchiale con conseguente significativo miglioramento clinico. Purtroppo gli effetti benefici vengono progressivamente persi con il ritorno a bassa quota.

Asma ad alta ed altissima quota

Man mano che si sale (>2.500 m) le caratteristiche del clima di montagna si modificano (ipossia, freddo e scarsa umidità aumentano) e i soggetti asmatici potrebbero andare incontro ad un peggioramento dei sintomi. Sfortunatamente abbiamo a disposizione poche informazioni sulle capacità di adattamento in alta quota dei pazienti asmatici, e dell'opportunità di sfruttare l'escursionismo in alta quota come sport per gli asmatici. Le uniche informazioni circa l'asma e l'attività in alta quota sono state pubblicate in un articolo di Golan (19), che

ha esaminato in 5.835 viaggiatori la presenza e l'andamento dell'asma evidenziando i fattori di rischio per una riacutizzazione della patologia durante il viaggio. Nella casistica citata sono stati evidenziati 203 soggetti asmatici, 147 dei quali si erano recati in alta quota per trekking. Sono stati identificati 2 fattori di rischio indipendenti:

- uso frequente (\geq di 3 volte la settimana) di farmaco β_2 -agonista;
- esercizio fisico intenso durante il trekking.

Altri studi, condotti non specificatamente per indagare il problema "asma", hanno comunque menzionato la possibilità per soggetti asmatici di soggiornare ad alta quota (20-21).

Il nostro gruppo ha condotto diverse ricerche per studiare gli effetti dell'alta quota sull'iperresponsività bronchiale. In tali studi condotti sia alla Capanna Regina Margherita (4.559 m), sia al laboratorio della Piramide (5.050) sono stati esaminati soggetti affetti da asma lieve in condizioni stabili al livello del mare. Abbiamo testato l'effetto di un aerosol iposmolare e della stimolazione con metacolina a livello del mare e a differenti altitudini (3.600 e 4.559 m sulle Alpi, e 3.350, 4.200, e 5.050 m sull'Himalaya). È stata dimostrata una significativa riduzione della responsività bronchiale con entrambe le provocazioni ad alta quota (22, 23). Nello stesso gruppo di pazienti la secrezione di cortisolo è stata significativamente più alta nelle due settimane di esposizione ad alta quota. È stata riscontrata una simile riduzione dell'iperresponsività bronchiale indotta da entrambe le stimolazioni a 3.550 m, 3.600 m, e 4.200 m (Allegra L, Cogo A, dati non pubblicati).

Nessuno dei pazienti partecipanti a questo studio ha avuto crisi asmatiche, neppure durante l'esercizio fisico o in caso di infezione delle alte vie respiratorie. Possiamo quindi concludere che in alta quota, tra 3.500 e 5.000 m, i fattori positivi prevalgono su quelli negativi, contribuendo alla normalizzazione, ed in alcuni casi alla riduzione della responsività bronchiale. Gli alti livelli di catecolamine e corticosteroidi dimostrati in alcuni studi possono giocare un ruolo positivo (24, 25): infatti l'aumento della concentrazione di epinefrina plasmatica come gli effetti degli steroidi inalatori e sistemici possono ridurre l'iperresponsività bronchiale in soggetti asmatici (26-29). I dati riguardanti i soggetti asmatici in altitudini comprese tra i 2.000 e 3.200 sono carenti.

Linee Guida per i soggetti asmatici in montagna

Anche se noi non abbiamo mai individuato un attacco di asma durante l'attività in montagna (se non in pazienti in condizioni cliniche instabili) e questo sta a supporto del fatto che l'ambiente montano possa migliorare l'asma, l'esposizione di pazienti asmatici all'alta quota deve essere valutata attentamente prendendo in considerazione le seguenti raccomandazioni:

1. l'asma deve essere stabile e ben controllato dalla terapia;
2. i pazienti devono assumere regolarmente la terapia e devono avere sempre con sé farmaci di primo intervento. In alta quota l'uso corretto del distanziatore è più importante che a livello del mare in quanto la densità dell'aria tipica dell'altitudine può accentuare la dispersione del farmaco soprattutto se il paziente non posiziona correttamente l'erogatore fra le labbra;
3. come a livello del mare, i pazienti devono premedicarsi con i farmaci prima dell'attività fisica soprattutto se soffrono di broncospasmo da esercizio fisico;

4. durante i giorni freddi e molto ventosi, specialmente in alta quota, è importante coprirsi bene la bocca con un fazzoletto;

5. evitare trekking in zone remote senza un'adeguata assistenza medica. In ogni caso i pazienti devono aver ben chiaro che in alcune zone geografiche può non esistere la possibilità di trattamento di una riacutizzazione asmatica. Come suggerito da Peacock (21) è utile accludere ai farmaci di pronto intervento anche una lista di ciò che è necessario fare in caso di attacco asmatico;

6. i pazienti con asma moderato-severo non devono salire a quote eccessive (>3.000-3.200 m) con mezzi di trasporto meccanici. L'esposizione rapida ad un'ipossia moderata, infatti, sembra peggiorare l'iperresponsività bronchiale (10, 12). Per questo motivo è raccomandata una salita lenta; in questo modo è anche possibile fermarsi e scendere in caso di comparsa dei sintomi.

Seguendo queste semplici raccomandazioni anche gli asmatici possono frequentare la montagna e svolgerci senza rischi attività sportiva e ricreativa.

Bibliografia

1. Schoene RB. *Lung disease at high altitude*. Adv Exp Med & Biol 1999; 474: 47-56.
2. GINA (Global Initiative for Asthma) www.ginasthma.com
3. Charpin D, Birnbaum J, Haddi H, et al. *Altitude and allergy to house dust mite*. Am Rev Respir Dis 1991; 143: 983-986.
4. Vargas MH, Sienna-Monge JJ, Diaz-Mejia G, DeLeon-Gonzalez M. *Asthma and geographical altitude: an inverse relationship in Mexico*. J Asthma 1999; 36: 511-517.
5. Gourgoulis KI, Brelas N, Hatziparasides G, et al. *The influence of altitude in bronchial asthma*. Arch Med Res 2001; 32: 429-431.
6. Boulet LP, Turcotte H. *Influence of water content of inspired air during and after exercise on induced bronchoconstriction*. Eur Respir J 1991; 4: 979-984.
7. Dosman JA, Hodgson WC, Cockcroft DW. *Effect of cold air on the bronchial response to inhaled histamine in patients with asthma*. Am Rev Respir Dis 1991; 144: 45-50.
8. Lin WS, Shamoo DA, Anderson KR, et al. *Effects of heat and humidity on the response of exercising asthmatic to sulphur dioxide exposure*. Am Rev Respir Dis 1985; 131: 221-225.
9. Domej W, Schwaberg G, Tilz GP, et al. *Prolonged endurance challenge at moderate altitude: effect on serum eosinophil cationic protein, eosinophil dynamics, and lung function*. Chest 2002; 121: 1111-1116.
10. Denjean A, Roux C, Herve P, et al. *Mild isocapnic hypoxia enhances the bronchial response to methacholine in asthmatic subjects*. Am Rev Respir Dis 1988; 138: 789-793.
11. Tam EK, Geoffrey A, Myers DJ, et al. *Effect of eucapnic hypoxia on bronchomotor tone and on the bronchomotor response to dry air in asthmatic subjects*. Am Rev Respir Dis 1985; 132: 690-693.
12. Dagg KD, Thomson LJ, Clayton RA, et al. *Effect of acute alterations in inspired oxygen tension on methacholine induced bronchoconstriction in patients with asthma*. Thorax 1997; 52: 453-457.
13. Wardlaw AJ. *The role of air pollution in asthma*. Clin Exp Allergy 1993; 23: 81-96.
14. Boner AL, Peroni DG, Piacentini GL, Venge P. *Influence of allergen avoidance at high altitude on serum markers of eosinophil activation in children with allergic asthma*. Clin Exp Allergy 1993; 23: 1021-1026.
15. Peroni D, Boner A, Vallone G, et al. *Effective allergen avoidance at high altitude reduces allergen-induced bronchial hyperresponsiveness*. Am J Respir Crit Care Med 1994; 149: 1442-1446.
16. Piacentini GL, Vicentini L, Mazzi P, et al. *Mite-antigen avoidance can reduce bronchial epithelial shedding in allergic asthmatic children*. Clin Exp Allergy 1998; 28: 561-567.
17. Van Velzen E, van den Bos JW, Benckhuijsen JA, et al. *Effect of allergen avoidance at high altitude on direct and indirect bronchial hyperresponsiveness and markers of inflammation in children with allergic asthma*. Thorax 1996; 51: 582-584.
18. Grootendorst DC, Dhaleen SE, Van Den Bos JW, et al. *Benefits of high altitude allergen avoidance in atopic adolescents with moderate to severe asthma, over and above treatment with high dose inhaled steroids*. Clin Exper Allergy 2001; 31: 400-408.
19. Golan Y, Onn A, Villa Y, et al. *Asthma in adventure travellers: a prospective study evaluating the occurrence and risk factors for acute exacerbations*. Arch Intern Med 2002; 162: 2421-2426.
20. Mirrakhimov M, Brimkulov N, Cieslicki J, et al. *Effects of acetazolamide on overnight oxygenation and acute mountain sickness in patients with asthma*. Eur Respir J 1993; 6: 536-540.
21. Peacock AJ. *Asthma at altitude: the effect on asthma of the mountain environment and precautions for the traveller*. The Asthma Journal 1998; 117-119.
22. Allegra L, Cogo A, Legnani D, et al. *High altitude exposure reduces bronchial responsiveness to hyposmolar aerosol in lowland asthmatics*. Eur Respir J 1995; 8: 1842-1846.
23. Cogo A, Basnyat B, Legnani D, Allegra L. *Bronchial asthma and airway hyperresponsiveness*. Respiration 1997; 64: 444-449.
24. Cunningham WL, Becker EJ, Krenzer F. *Catecholamine in plasma and urine at high altitude*. J Appl Physiol 1965; 20: 607-610.

- 25.** Sawhney RC, Malhotra AS, Singh T. *Glucoregulatory hormones in man at high altitude.* Eur J Appl Physiol 1991; 62: 286-291.
- 26.** Juniper EF, Kline PA, Vanzieleghem MA, et al. *Effect of long term treatment with an inhaled corticosteroid on airway hyperresponsiveness and clinical asthma in nonsteroid-dependent asthmatics.* Am Rev Respir Dis 1990; 142: 822-836.
- 27.** Knox AJ, Campos-Gongora H, Wisniewski A, et al. *Modification of bronchial reactivity by physiological concentrations of plasma epinephrine.* J Appl Physiol 1992; 73: 1004-1007.
- 28.** Freezer NJ, Croasdell H, Doull IJM, Holgate ST. *Effect of regular inhaled beclomethasone on exercise and methacholine airway response in school children with recurrent wheeze.* Eur Respir J 1995; 8: 1488-1493.
- 29.** *Guidelines for methacholine and exercise challenge testing.* Am J Respir Crit Care Med 2000; 161:309-329.

Maurizio Schiavon

Centro di Medicina dello Sport, Azienda ULSS 16 di Padova e Scuola di Specializzazione in Medicina dello Sport, Università di Padova

Il bambino e l'immersione subacquea: aspetti medici

Children and diving: medical aspects

Parole chiave: immersione subacquea, giovane, bambino, sicurezza

Key words: *free diving, scuba diving, young, children, safety*

Riassunto. La diffusione sempre maggiore degli sport subacquei vede coinvolti anche i bambini. Dalle basi fisiopatologiche vengono desunti comportamenti specifici, con l'obiettivo di aumentare la sicurezza dell'immersione. Vengono analizzate le offerte formative delle maggiori agenzie internazionali e gli standard previsti dalle organizzazioni mediche. Stabilire un'età minima per l'accesso del bambino alle attività subacquee è anche compito del medico, che si pone a pieno titolo nella valutazione del rapporto rischi/benefici, a tutela della salute del giovane candidato sub. Un controllo sanitario per valutare l'idoneità al corso di addestramento, e periodico durante l'attività, è fondamentale nella prevenzione anche delle piccole patologie.

Summary. *Scuba diving activities have seen more and more children involved over the past years. Specific behaviours patterns aimed to improving safety in diving. This work analyses the training offered by some of the main international agencies, as well as current international medical standards. Physicians should define minimum age, evaluate the risk/benefit relation, and determine the suitability for diving courses.*

Accettato per la pubblicazione il 4 agosto 2004.

Corrispondenza: Dott. Maurizio Schiavon, Centro di Medicina dello Sport, Azienda ULSS 16 di Padova, Complesso Socio Sanitario dei Colli, Via dei Colli 4, 35143 Padova; e-mail: maurizio.schiavon@unipd.it

Abbreviazioni: ARA, autorespiratore ad aria; DAN, Divers Alert Network; DCI, decompression illness; ECHM, European Committee for Hyperbaric Medicine; MVV, massima ventilazione volontaria; PB, barotrauma polmonare; PDD, patologia da decompressione; PFO, pervietà del forame ovale; SCUBA, self container underwater breathing apparatus

Introduzione

Negli ultimi 30 anni si è avuto un notevole aumento di soggetti che si dedicano all'immersione sportiva, sia in apnea che con autorespiratore, coinvolgendo entrambi i generi e tutte le età.

Se infatti all'origine dell'attività subacquea moderna, nella seconda metà del 20° secolo, questa era derivata dalle esperienze militari della seconda guerra mondiale e coinvolgeva prevalentemente soggetti maschi con particolare prestanza fisica, più recentemente l'immersione subacquea si è caratterizzata in senso ricreativo, impostando le tecniche di addestramento e di immersione sul divertimento ed il relax, con migliori attrezzature, in

parte dedicate anche ai più giovani, che permettono a chiunque di avvicinarsi ad essa, anche a bambini, ragazzi e adolescenti.

Nello stesso tempo ci si chiede qual è il giusto rapporto rischi-benefici connesso all'immersione in età precoce, indipendentemente dalle spinte economiche del mercato, che coinvolge industrie produttrici di attrezzature, negozi, operatori turistici e riviste specializzate.

Il medico deve inserirsi nel percorso di prevenzione, a tutela della salute del giovane candidato sub. Il bambino, il ragazzo, l'adolescente che si immerge, sia in apnea che con autorespiratore, porta con sé le proprie caratteristiche anatomiche e fisiologiche.

Non si tratta di "piccoli adulti" a cui somministrare corsi in parte adattati, a cui applicare tabelle di immersione desunte da studi sperimentali e algoritmi testati nell'adulto.

Panchard in una recente revisione della letteratura scientifica sull'applicazione dell'immersione al giovane e sugli eventuali rischi ad essa connessi, ha rilevato una notevole scarsità di lavori (1).

Un solo studio prospettico è stato effettuato con i criteri dell'evidenza clinica da Vandenhoven et al. su 234 bambini sub tra i 6 e i 13 anni del Belgio. In quest'ultimo lavoro, un *follow-up* di 8 anni ha escluso incidenti significativi in 2.216 immersioni in mare, segnalando un unico caso di sincope ipossica in apnea, mentre durante il corso e le immersioni si sono evidenziati problemi ORL minori e con completo recupero dopo trattamento (disfunzioni tubariche, otiti esterne, perforazione timpanica) (2).

In altri lavori il rischio teorico e concettuale è stato spacciato per dato reale, per cui tali raccomandazioni sono da considerare empiriche e per gran parte basate sull'emotività.

In questa mescolanza tra teorie e realtà, alcune domande vengono sempre più frequentemente poste al medico circa l'immersione subacquea nel giovane:

1. ci sono diversità tra immersione in apnea e con autorespiratori?
2. quali sono gli effetti fisiologici dell'immersione?
3. il giovane è più a rischio per Patologia da Decompressione (PDD) o altri incidenti?
4. ci sono limitazioni all'immersione per le caratteristiche fisiche e fisiologiche del giovane?
5. a che età si può iniziare l'attività subacquea?
6. che tipo di accertamenti sanitari sono necessari?

Un'analisi delle caratteristiche dei corsi offerti dalle più importanti agenzie di istruzione subacquea e la revisione della letteratura internazionale ci permetteranno di ridurre, non eliminare, l'area grigia sottesa tra teorie e realtà.

Le tecniche di immersione

Le tecniche usate dai sub risalgono all'antichità, quando l'uomo primitivo ha cercato di immergersi sfruttando la propria capacità di trattenere il respiro, dedicandosi alla ricerca di cibo (pesca subacquea) e ricchezza (pesca in apnea di spugne e perle). Immersioni lavorative quindi, ma anche militari: Tucidide riferisce come, nell'attacco ateniese a

Siracusa nel 414 a.C., sia stato fondamentale l'intervento di alcuni subacquei per tagliare le barriere immerse, stese a protezione del porto (3).

Il fascino dell'immersione *in apnea*, definita nei paesi anglosassoni *free diving*, resta intatto anche ai giorni nostri per la sensazione di libertà offerta dalla ridottissima attrezzatura richiesta, e nello stesso tempo apre la possibilità a chiunque di avvicinarsi al mondo subacqueo (4).

La limitazione di immagazzinare ossigeno in superficie imposta dalla fisiologia è stata inoltre superata con gli *autorespiratori* (SCUBA= Self Container Underwater Breathing Apparatus) contenenti aria (ARA= auto-respiratore ad aria) o miscele di gas a varie concentrazioni di ossigeno e azoto. L'immersione (*scubba diving*) può quindi essere effettuata con la "normale" respirazione, limitata nel tempo in funzione della quantità di gas disponibile, ma pur sempre con il vincolo delle modificazioni fisiche e fisiologiche dell'iperbarismo. Quest'ultime devono quindi essere conosciute dal candidato sub frequentando specifici corsi di apprendimento, con adeguato training fisico e tecnico, ma anche dal medico che intenda occuparsi di valutazione di idoneità.

Il lavoro subacqueo e gli effetti fisiologici dell'immersione

L'immersione è caratterizzata da un lavoro in ambiente straordinario, che condiziona modificazioni fisiche e fisiologiche. Ogni 10 metri di discesa in acqua di mare si ha un aumento della pressione ambiente di 100 kPa, equivalenti a 1 atmosfera (1 bar). Il volume di un gas, a temperatura costante, contenuto in una cavità (torace, seni paranasali, orecchio medio ed intestino) cambia in maniera inversamente proporzionale alla pressione assoluta ($P \times V = \text{costante}$), con compressione durante la discesa ed espansione durante la risalita (legge di Boyle). Un soggetto adulto in apnea con un volume di gas intratoracico di 6 litri a livello del mare sarà compresso a 2 litri a 20 metri di profondità (3 bar) e a 1,5 litri a 30 metri (4 bar). Con l'uso dell'autorespiratore, i volumi si mantengono costanti, in presenza di una respirazione senza pause, per l'equilibrio pressorio all'interno ed all'esterno della gabbia toracica garantito dall'erogatore. Se durante la risalita non si espelle aria, per la legge di Boyle si può avere una sovradistensione con barotrauma polmonare (PB). È bene

ricordare che il corpo umano è pressoché un fluido incompressibile, e che per avere un barotrauma sono necessari la presenza di gas in uno spazio interno, che lo stesso spazio abbia pareti rigide e sia chiuso, che ovviamente ci siano modificazioni della pressione ambiente.

Nel caso si respiri in immersione, si hanno anche modificazioni a livello dei gas, secondo altre leggi fisiche. La pressione parziale dei gas aumenta infatti in maniera proporzionale all'aumento della pressione ambiente (legge di Dalton) e la quantità di gas che si solubilizza in un liquido, per una data temperatura, dipende dalla pressione parziale del gas, oltre che dal suo coefficiente di solubilità (legge di Henry). Una maggior quantità di gas inerte, soprattutto azoto, si solubilizza nei tessuti in profondità e viene rimosso durante la risalita con formazione di bolle, anche in immersioni corrette. Il polmone cattura e rimuove dalla circolazione i complessi bolle gassose/proteine/piastrine formatesi nei tessuti, veicolati nel sangue fino all'atrio destro e alla circolazione polmonare. Solo nel caso non si riesca ad eliminare le bolle per una loro eccessiva produzione si andrà incontro ad una patologia da decompressione (PDD o DCI= decompression illness degli autori anglosassoni). È noto come la presenza di *shunt* intrapolmonari (malattie congenite cardiache con *shunt* destro-sinistro, embolie polmonari pregresse, malformazioni artero-venose) aumentino il rischio di DCI (5).

Respirare in immersione è inoltre più difficile perché aumenta la densità del gas inalato (per aumento del n° di molecole in un volume, proporzionalmente alla pressione assoluta), diminuisce la viscosità cinematica (e quindi c'è la possibilità di maggiori turbolenze), aumentano le resistenze nella fornitura d'aria per la densità del gas nei tubi, stadi dell'erogatore, boccaglio, con aumento anche dello spazio morto. Il lavoro respiratorio aumenta quindi per la combinazione di maggior densità del gas, aumento della pressione idrostatica ed alterazione della meccanica respiratoria (6).

Diventano necessarie quindi una maggior pressione negativa per inspirare e una maggior pressione positiva per espirare, con caricamento statico del polmone ridotto e possibilità di ipercapnia durante esercizio fisico.

La massima ventilazione volontaria (MVV) di un adulto in acqua si riduce notevolmente, da 200 l/min della superficie a 65 l/min a 50 m, oltre che

per l'aumento di densità del gas e delle resistenze delle vie aeree, per redistribuzione del volume sanguigno dalla periferia verso il centro (torace) pari a circa 700 ml, con parallela diminuzione del volume polmonare (*blood shift*) (7).

Viene alterato il rapporto ventilazione/perfusione, con disomogeneo scambio gassoso polmonare e riduzione della massima capacità respiratoria.

Se in circostanze normali la larga capacità di riserva del polmone è sufficiente a tollerare questi fattori limitanti l'esercizio, in circostanze patologiche la riduzione della funzionalità polmonare può divenire critica in acqua. Una riduzione della MVV già presente in superficie si trasferirà in immersione con una riduzione ancora più marcata, creando seri problemi alla respirazione del subacqueo, al quale può essere richiesto, in situazioni di emergenza, un livello di attività anche medio-alto (8).

Epidemiologia degli incidenti subacquei nel giovane

Pouliquen riferisce come in un programma di immersioni subacquee con ARA per bambini dai 4 ai 12 anni, che prevedeva istruzione ed immersioni con supervisione, in 7.000 immersioni complessive non si siano registrati problemi (9).

La Professional Association of Diving Instructors (PADI) ha rilasciato 122.298 certificazioni Junior Open Water tra il 1988 e il 1998, con un solo caso di morte per incidente subacqueo.

La Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques (CMAS) ha registrato quasi 1.000.000 di immersioni nel suo programma didattico per bambini, senza seri incidenti. Da questi dati si evince come il rischio di seri incidenti in queste attività sia oggettivamente molto basso (10).

Il data base del Divers Alert Network (DAN) Europe, su un totale di 70.501 iscritti, ha annotato 46 giovani membri, di età inferiore ai 10 anni, e 1.053 nel range 10-20 anni. Non ci sono stati incidenti nel gruppo dei più giovani, mentre nel secondo gruppo, negli ultimi 20 anni, è segnalato un solo caso di emergenza subacquea per un giovane di 16 anni (11).

Infine si ricorda l'unico lavoro prospettico già citato, con un *follow-up* di 8 anni, in cui Vandenhoven et al. su 234 bambini sub tra i 6 e i 13 anni del Belgio non hanno registrato incidenti significativi in 2.216 immersioni in mare, segnalando un unico

caso di sincope ipossica in apnea e alcuni problemi ORL minori, durante il corso e le immersioni, con completo recupero (2).

Caratteristiche anatomico-fisiologiche e fisiopatologiche del soggetto in età evolutiva e loro implicazioni sull'immersione

Le velocità di sviluppo, crescita e maturità dei soggetti sotto i 18 anni variano considerevolmente, per cui l'età in cui poter iniziare lo sport subacqueo non può essere uniforme per fattori psicologici, intellettuali e fisici.

I tratti più importanti richiesti in questa attività sportiva (capacità di giudizio, responsabilità, attenzione ai dettagli, rispetto delle regole e dei ruoli), si sviluppano lentamente in certi minorenni (12). Il senso del pericolo e la conoscenza della morte vengono raggiunti gradualmente, verso i 10-12 anni. D'altra parte non è necessario far fare al bambino un'immersione standard di tipo adulto, ma solo "accompagnarlo" in immersione, come avviene in altre occasioni (in montagna o in una regata velica); parimenti non è indispensabile che il bambino abbia la capacità di comprendere le basi teoriche dell'immersione per assimilarle, come non deve conoscere la fisiologia dell'alta montagna o come leggere una mappa per sciare o seguire i genitori durante trekking (1).

Non dimentichiamo infine che l'immersione subacquea è considerata come sport formativo, che sviluppa il senso di responsabilità e favorisce la crescita psicomotoria (13). Avvicinare in modo più completo il bambino all'acqua, al mare in particolare, superando i naturali timori, diventa importante nella maturazione tra il bambino e l'ambiente circostante. Un'appropriata stimolazione tattile e propriocettiva permette allo stesso di conoscere le relazioni tra gli oggetti al di fuori del proprio corpo. L'attività motoria dunque diventa un fattore determinante, che concorre allo sviluppo della personalità sia a livello affettivo che intellettuale, maggiormente efficace se svolta in un ambiente naturale, ricco di piacevoli stimoli fisici e umani (14).

Anche le motivazioni del bambino sono importanti, come scelta autonoma dello stesso, ed il medico non deve trascurare le sollecitazioni eccessive dei genitori in tal senso: in questo caso non ci si potrà attendere dal candidato sub la concentrazione e la calma sufficienti (15).

Una valutazione con questionario di 34 domande rivolte ad un campione di 12 ragazzi di 8-12 anni, partecipanti ad un corso sperimentale organizzato dalla Federazione Italiana Pesca Sportiva ed Attività Subacquee (FIPSAS) di baby-sub in piscina sulle loro motivazioni, sulle attività svolte in acqua, sul loro rapporto con l'istruttore e con gli altri bambini...ha evidenziato che essi erano tranquilli e sereni prima (77,3%), durante (81,8%) e dopo la lezione (72,7%). Non c'erano esercizi che facevano paura, ma anzi li divertivano molto. Tra le motivazioni dei genitori, rilevate su un campione di 22 genitori con questionario di 30 domande, il 31,82% di loro aveva deciso di iscrivere il proprio figlio perché prendesse confidenza con l'acqua, perché vicesse la paura dell'acqua (18,18%), perché facesse nuove esperienze (13,64%) e perché lo aveva richiesto il bambino stesso (13,64%). Entrambi, genitori (72,7%) e bambini (83,3%), erano soddisfatti del corso e tutti (100%) avevano intenzione di continuare (16).

A ciò correlata è la raccomandazione che i programmi di immersione per bambini debbano essere adattati all'età (maturità) e debbano evitare stress non dovuto; non sono necessari esami di valutazione e il bambino non può essere responsabile in alcun modo della sicurezza del team (11). In ogni caso dovranno essere applicate tecniche per evitare ansietà durante l'immersione: il bambino deve avere in acqua libera buoni riferimenti visivi, come il bordo della piscina, con discesa e risalita lungo una linea (sagola dell'ancora) o il reef o il fondo del mare (2).

In passato, in considerazione di studi sugli animali, è stato enfatizzato il rischio di PDD nelle cartilagini di accrescimento delle ossa lunghe, con localizzazione di microbolle e compromissione dell'accrescimento (17). Il danno è da considerarsi basso per l'ottima vascolarizzazione: la cartilagine di accrescimento ha probabilmente un periodo di *washout* del gas inerte più breve rispetto a quello dell'osso dell'adulto. Limitare profondità e durata dell'immersione permettono di ridurre ancor più i rischi teorici di PDD. Il rischio osteoarticolare in età pediatrica è invece collegato al sollevamento di pesi (bombola, pesi per la zavorra ...) con possibile lesione dei centri di ossificazione. La necessità fisica di avere forza sufficiente per il trasporto dell'attrezzatura non sembra però più così rilevante come in passato, in cui era richiesta una taglia con almeno 45 kg di peso e 150 cm di altezza,

dato che ormai nel mercato si possono facilmente trovare attrezzature dedicate con autorespiratori di 5-8-10 litri (18, 19).

Prima dei 7-8 anni c'è rischio di dispnea, ipossia e PB dovuti all'immaturità polmonare. Infatti la maturazione polmonare progredisce parallelamente all'accrescimento corporeo: la crescita bronchiale e l'aumento del numero degli alveoli si completa infatti fino agli 8 anni. L'elasticità polmonare continua a svilupparsi fino ai 12 anni. La resistenza delle vie aeree è più alta e l'espiazione passiva più lunga. Più del 30% delle unità alveolari dimostra un rapporto ventilazione/perfusione basso prima dei 7 anni, dovuto alla precoce chiusura delle piccole vie aeree, con rischio teorico di *air trapping* e PB. Questi cambiamenti di ventilazione/perfusione e la possibile aumentata incidenza di pervietà del forame ovale (PFO) può modificare il *washout* del gas inerte nei bambini (2, 11).

Infatti in ogni immersione si formano bolle, che in presenza di PFO possono, in alcune occasioni, determinare embolia paradossa, con passaggio delle stesse dall'atrio destro al sinistro, saltando il filtro polmonare. Se è ben nota nella popolazione generale adulta la percentuale con PFO (20-30%) (20), maggiore sarà quella dei soggetti di età inferiore ai 10 anni, in cui una certa quota non ha ancora raggiunto la chiusura (21). Le strategie attuate per minimizzare il rischio non prevedono comunque, nemmeno per l'adulto, indagini ecocardiografiche a tappeto, ma si basano essenzialmente nella non/ridotta formazione di bolle, limitando la saturazione dei tessuti, con minor profondità e tempo d'immersione, associati, nel caso specifico, a una tappa di sicurezza più severa dell'adulto (22). Se il consumo di ossigeno nel bambino è relativamente più elevato dell'adulto, la riserva respiratoria in caso di apnea è dunque diminuita, con maggiori difficoltà di riemersione in caso di incidente (1). La prevenzione della sincope ipossica viene attuata limitando l'apnea a 30 secondi dopo l'età di 8 anni, proibendo l'iperventilazione fino ai 10 anni e limitandola in maniera meticolosa fino ai 14 anni (2).

Lo spazio morto anatomico è relativamente più grande nel bambino e di questo si dovrà tener conto nella scelta delle attrezzature respiratorie subacquee, per non incrementarlo ulteriormente (*snorkel* di lunghezza e diametro adeguati). Se infine consideriamo il sistema respiratorio come una struttura in crescita, lesioni minime potranno essere

più importanti di quanto si immagini alla fine dello sviluppo (1). Peraltro tale ipotesi non è confermata dal *follow-up* dei bambini-sub del Belgio, in cui non si sono registrati problemi, in particolare riguardo all'accrescimento, sviluppo puberale e udito (2).

Il bambino genera più calore metabolico e brucia più energia dell'adulto, tipicamente ha un rapporto area di superficie/massa corporea maggiore, presenta una più larga superficie di dispersione calorica. Ciò detto, associato ad un maggior flusso ematico periferico, pone il pre-adolescente in una situazione di maggior rischio di stress da freddo: nuotando in mare a 20,3° C, una ragazza di 8 anni perde 2,5-3° C nella temperatura del core, mentre una ragazza di 16-19 anni dimostra un piccolo stress termico. Per questo motivo il bambino necessita di una miglior protezione termica, rispetto all'adulto, e la durata dell'immersione stessa dovrà essere proporzionalmente ridotta rispetto a quella dell'adulto. La maggiore sensibilità alla disidratazione del bambino, accresciuta dalla respirazione di aria compressa deumidificata, può aumentare il rischio di ipotermia (23). Una buona idratazione e il cambio immediato della muta con indumenti caldi dopo l'immersione minimizzeranno viceversa il rischio stesso di ipotermia (2). Anche per la protezione termica con la muta, come pure per i giubbetti equilibratori, sono oggi disponibili taglie di dimensioni adatte anche ai bambini, e il solo problema risulta essere quello economico, per la necessità di cambiare spesso tali presidi, in funzione dell'accrescimento del bambino.

I problemi più rilevanti emersi nei bambini sono legati alla loro particolare conformazione anatomica ORL (la tuba di Eustachio più piccola, piatta ed orizzontale si chiude con la deglutizione, diversamente dall'adulto), associati alla frequente ipertrofia delle adenoidi. Particolare attenzione dovrà essere posta perché ciascun bambino capisca e metta in pratica la manovra di compensazione, sia durante la visita medica che nella scuola in piscina. In questo modo si avranno in pratica pochi problemi (2, 24).

A che età si può iniziare l'attività subacquea?

Una prima differenziazione riguarda il tipo di immersione, sia essa in apnea, con il solo ausilio di maschera pinne e boccaglio, completamento dell'osservazione dalla superficie, sia con autorespiratore in aria

(ARA). L'uso degli autorespiratori con miscele gassose diverse dall'aria, riservato anche per gli adulti a casi particolari, non viene ovviamente promosso per i bambini.

Negli USA l'Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS) ha considerato ragionevole iniziare l'uso dell'ARA dai 12 anni (25).

La South Pacific Underwater Medicine Society (SPUMS) raccomanda tutt'ora un'età minima di 14 anni per le attività subacquee con ARA, in sintonia con gli Standard Australiani (26).

Queste raccomandazioni si basano sull'idea che il bambino non abbia la maturità emotiva e la confidenza per operare in sicurezza in caso di emergenza subacquea. Alcune emergenze, che includono l'aver finita l'aria disponibile, separarsi dal proprio compagno di immersione, essere coinvolti da forte corrente o in caso di malfunzionamento dell'equipaggiamento, possono portare al panico e tipicamente ad una rapida risalita verso la superficie, rischiando il PB e la PDD (27).

Diversamente, e con lo scopo di promuovere lo sport subacqueo, nel 1999 il Recreational Scuba Training Council (RSTC), che raggruppa le maggiori agenzie USA, basandosi su esperienze europee, in particolare francesi, ha deciso di eliminare la propria raccomandazione sull'età minima di 15 anni per le certificazioni junior. Da allora alcune agenzie hanno abbassato il limite di età per i propri corsi dedicati a bambini e ragazzi in apnea e/o con autorespiratori.

La CMAS, agenzia internazionale prevalentemente europea, ha stilato nel 2003 gli standard per l'immersione dei bambini con autorespiratore proponendosi, in completa sicurezza, di individuare corsi specifici che forniscano al bambino gli elementi per divertirsi in una differente situazione ambientale, attraverso un'esperienza piacevole. I requisiti minimi prevedono un *range* di età tra 8 e 14 anni, la capacità di nuotare per almeno 25 metri, un certificato di idoneità rilasciato da un medico con esperienza nel campo dell'immersione dei bambini e che includa un controllo del timpano. Interessanti le appendici 1, 2 e 3, con le caratteristiche più significative dello sviluppo del bambino in senso morfologico e di accrescimento, con gli aspetti funzionali e psicomotori caratteristici dei diversi gruppi di età (4-8, 8-10 e 10-12 anni), con gli aspetti psicologici e sociologici tipici dei suddetti gruppi. Esse si concludono con indicazioni specifiche e suggeriscono precauzioni per gli istruttori.

Vengono inoltre stabiliti degli standard di sicurezza per l'immersione con autorespiratore in funzione del gruppo di età (8-12 e 12-14 anni) e dell'esperienza (prima esperienza, delfino di bronzo, delfino d'argento e delfino d'oro) con limitazione della profondità a 3, 5 e 10 metri, del numero di immersioni nelle 24 ore (max 2) e del tempo (max 25 minuti), anche in rapporto alla temperatura dell'acqua. Vengono inoltre previste attrezzature specifiche, adattate al bambino (pinne, erogatore, maschera, muta, pesi e giubbotto equilibratore), come pure quelle per l'istruttore; specifiche strutture organizzative che comprendono la sicurezza in superficie e nei luoghi di immersione. L'insegnamento si basa su lezioni teoriche che prevedono, oltre all'uso dell'attrezzatura e delle modalità dell'immersione, nozioni di biologia marina (riconoscere piante e animali, specie quelli pericolosi), archeologia, fotografia e rispetto dell'ambiente. Ad esse fanno poi seguito le lezioni pratiche sia in ambiente artificiale (piscina) che naturale (lago, mare), e si propongono obiettivi diversi a seconda del grado di preparazione richiesto (28).

La PADI, inizialmente diffusa negli USA e da qui in molte parti del mondo, prevede anch'essa diversi livelli, il primo dai 5 anni, chiamato "SASY" (Supplied AIR Snorkeling for Youth) in cui il bambino respira da una sorgente d'aria come da un normale *snorkel*, senza immergersi, solo dalla superficie. Segue, dagli 8-9 anni, il corso "Bubblemaker", in piscina a profondità massima di 2 metri, con uso di autorespiratore, per finire con i "Seal Team" dove si apprendono le basi per un'immersione sicura attraverso l'avventura "AquaMissions". La certificazione subacquea vera e propria parte invece dai 10 anni con i corsi PADI Junior Scuba e PADI Junior Open Water, in cui il limite di profondità massima è 12 metri (29).

La SSI (Scuba Schools International), altra agenzia internazionale, ha chiamato "Scuba Ranger" il suo progetto formativo, dedicato a ragazzi tra 8 e 12 anni, che abbiano i rudimenti del nuoto, siano tranquilli in acqua ed in stato di buona salute. In 5 livelli il Ranger acquisisce progressivamente le tecniche di sicurezza in acqua, nuoto e *snorkeling* (Red Ranger), in pratica ancora a corpo libero, un approfondimento del precedente livello e il primo uso di autorespiratore (White), con uso dell'autorespiratore attraverso divertimento e gioco (Blue, Silver e Demo). Al termine, livello 5, il ragazzo può iscriversi allo "Scuba Ranger Club" (30).

La FIPSAS, federazione sportiva italiana aderente al CONI, prevede corsi di Avviamento agli Sport Subacquei rivolti ai giovani di età inferiore a quella prevista per il conseguimento del primo brevetto abilitante, dalla stessa fissata a 14 anni. Quelli introduttivi, sono indirizzati al raggiungimento di una ragionevole dimestichezza con l'ambiente acquatico (acquaticità e subacquaticità di base, a corpo libero e con maschera, pinne e boccaglio) per i Baby-sub (4-7 anni), in bacino delimitato. Per i ragazzi di età 8-13 anni vengono proposti due indirizzi, tra loro integrabili, ciascuno in tre livelli (Paguro, Cavalluccio, Delfino e 1-2-3 Stelle) e con specializzazioni: Mini-APNEA (con l'obiettivo di consentire la pratica in sicurezza dello *snorkeling* e dello *sea-watching*), e Mini-ARA (con l'obiettivo di consentire l'effettuazione di semplici immersioni con autorespiratore ad aria accompagnato dall'istruttore del corso). Particolare attenzione viene raccomandata per la sicurezza, specie nel rapporto istruttori-allievi, nella profondità massima raggiungibile (1-1,5-3-5-10 metri a seconda del livello) e nel tempo di permanenza (massimo 30 minuti). Una naturale progressione dall'apnea all'autorespiratore viene suggerita, sottolineando la valenza formativa dell'apnea. Compito dell'istruttore è anche individuare, e non assecondare, situazioni in cui l'avvicinamento alla subacquea, più che una naturale inclinazione del ragazzo, sia legata a forzatura da parte dei genitori (31).

Infine, a livello internazionale, un meeting di esperti indipendenti durante il World Congress on Drowning 2002 ha raggiunto il consenso su tale raccomandazione: "la politica di addestrare all'immersione bambini di 8 anni dovrebbe sottolineare l'immatùrità dell'atteggiamento mentale che molti giovani possono avere quando si trovino in emergenza" (11).

Il controllo sanitario preventivo e periodico

Nel monitoraggio dei bambini subacquei belgi già citato, Vandenhoven et al. prevedeva la valutazione medica iniziale, con controlli annuali, inclusi test di funzionalità respiratoria, ECG a riposo e dopo sforzo; alla prima selezione anche EEG (2).

Già è stata sottolineata l'importanza dell'apparato respiratorio per un'immersione sicura, unico apparato direttamente connesso con l'ambiente iperbarico esterno. Recenti Linee Guida sull'idoneità

pneumologica all'attività subacquea, rivolte all'adulto, pubblicate su *Thorax*, valorizzano la necessità di test di funzionalità respiratoria, specie nel soggetto asmatico. Classicamente l'asma è stata una delle preclusioni permanenti e assolute all'attività subacquea, sia in Italia che all'estero. Tale valutazione si basava sul presupposto teorico che ogni lesione patologica che interferisca con la fuoriuscita del gas dal polmone (ad esempio, ostruzioni importanti nell'albero bronchiale) possa causare la sua rottura a monte. In effetti nei deceduti per PB non si è evidenziata come causa favorente l'ostruzione bronchiale, scarsi sono i dati epidemiologici che supportino il rischio teorico e il PB oltre che raro è legato in molti casi al tipo di immersione. La British Thoracic Society ha invece tracciato delle Linee Guida sugli aspetti respiratori dell'idoneità all'immersione, basandosi su una revisione ragionata della letteratura e sul consenso di un gruppo di esperti. Le raccomandazioni scaturite sono graduate secondo i livelli di evidenza del SIGN (Scottish Intercollegiate Guideline Network). Le raccomandazioni sul protocollo da seguire nella valutazione e sulle indicazioni specifiche sono raggruppate prevalentemente nel grado B (livelli IIa, IIb e III), cioè da studi clinici ben condotti, ma non trial controllati e randomizzati, nel grado C (livello IV), cioè da *report* di un comitato di esperti o opinioni e/o esperienza clinica di autorità rispettate, indicando l'assenza di studi direttamente applicabili di buona qualità.

Vengono consigliati comportamenti diagnostici specifici per l'idoneità respiratoria all'immersione subacquea (*Tabella 1*), e fornite raccomandazioni per i soggetti con asma (*Tabella 2*), secondo i livelli di evidenza (32). Pur essendo stabilite per l'adulto, le suddette Linee Guida possono essere applicate anche nel bambino, considerando peraltro come nello stesso sia più probabile un andamento clinico fluttuante. Non vanno infatti dimenticati i possibili rischi legati all'ambiente straordinario in cui il soggetto opera, per cui la valutazione del bambino, candidato subacqueo, con storia di asma deve coinvolgere i genitori e, oltre che approfondita, deve essere personalizzata, deve tener conto della maturità del soggetto, del suo livello di comprensione, senso di responsabilità e disponibilità ad accettare un presunto aumento di rischio da parte dei genitori stessi.

La SPUMS raccomanda a tutti i candidati di sottoporsi a valutazione medica effettuata da medico formato in medicina subacquea, oltre al consenso

Tabella 1 Inquadrare l' idoneità respiratoria all' immersione subacquea (32).

- Nell'anamnesi particolare attenzione deve essere posta ai sintomi respiratori in atto, storia di malattie polmonari compresa l'anamnesi dell'infanzia, precedenti traumi al torace e precedenti episodi di pneumotorace [B]
- Deve essere eseguito un esame obiettivo dell'apparato respiratorio [B]
- Devono essere misurati volume espiratorio forzato in un secondo (FEV_1), capacità vitale forzata (FVC) e picco di flusso (PEF). [C] FEV_1 e PEF devono essere normalmente maggiori del 80% del predetto e il rapporto FEV_1/FVC maggiore del 70%
- Una radiografia standard del torace non è considerata necessaria in soggetti asintomatici, senza significativa storia di malattie respiratorie e con normali reperti obiettivi. [C] Nello stesso tempo tutti i sub professionisti, inclusi quelli amatoriali che prevedano di lavorare come istruttori sono invitati a sottoporsi prima ad una radiografia del torace
- Una radiografia del torace è appropriata in presenza di anamnesi per ogni malattia respiratoria significativa (pleurite, polmonite, ricorrenti infezioni respiratorie, sarcoidosi, chirurgia o traumi toracici, pneumotorace) e nei soggetti con attuali sintomi respiratori e/o esame obiettivo positivo [C]
- Misure di routine dei flussi espiratori, test da sforzo o test di provocazione bronchiale non sono considerati necessari anche se sono utili in specifici casi [C]
- La TC con tecnica ad alta risoluzione (HRTC) del torace, che ha una sensibilità maggiore della radiografia standard del torace nell'evidenziare anomalie strutturali del polmone, può essere utile in casi specifici [C]

Tabella 2 Raccomandazioni per i soggetti con asma (32).

- Devono essere avvisati di non immergersi se hanno broncoostruzione precipitata da esercizio fisico, freddo o emozioni. [C]
- Possono essere ammessi all'immersione, con o senza l'uso regolare di antinfiammatori per via inalatoria (step 2 delle Linee Guida BTS) se: [C]
 - o sono liberi dai sintomi di asma
 - o hanno una spirometria normale ($FEV_1 > 80\%$ del predetto e rapporto $FEV_1/VC > 70\%$)
 - o hanno un test da sforzo negativo (caduta del $FEV_1 < 15\%$ dopo esercizio fisico) [una caduta del FEV_1 tra 10 e 15% è considerata comunque anomala]
- Devono monitorare la loro asma con misure regolari bi-giornaliere del loro picco di flusso, e devono astenersi dall'immersione se hanno: [C]
 - o asma attiva (con sintomi che abbiano richiesto l'uso di farmaci sintomatici nelle 48 ore che precedono l'immersione)
 - o una riduzione del PEF (caduta $> 10\%$ rispetto ai valori migliori)
 - o aumento della variabilità del picco di flusso (variazioni giornaliere $> 20\%$)

informato da parte dei genitori. Suggerisce inoltre di tener conto della natura dell'attività, del tipo di equipaggiamento usato e dell'ambiente in cui tale attività viene praticata (27).

La CMAS prevede nei suoi standard un certificato di idoneità rilasciato da un medico con esperienza nel campo dell'immersione dei bambini e che includa un controllo del timpano (28).

Negli USA il RSTC richiede a tutti i partecipanti di completare un questionario, e a chiunque risponda

in maniera affermativa ad una qualsiasi domanda, di sottoporsi a consulto medico presso un medico di medicina generale (29).

Elliott e la sua task force, più recentemente, raccomandano che il bambino di circa 15 anni, comunque di età non inferiore agli 8 anni, sia valutato per idoneità medica, fisica e mentale, prima di iniziare un corso per sub. Una valutazione all'inizio della preparazione non può comunque essere considerata valida per il resto della vita subacquea.

Una rivalutazione è raccomandata infatti ad intervalli che devono diminuire con l'avanzare degli anni, come pure una rivalutazione deve essere effettuata dopo incidenti o malattie. Per avere un'opinione sull'idoneità all'immersione, il medico dovrebbe essere edotto sui rischi dell'attività subacquea e, dove possibile, essere in possesso di specifica formazione secondo le Linee Guida dell'European Diving Technology Committee (EDTC) e dell'European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM), con le opportune revisioni periodiche (11).

Secondo Panchard indirizzare il bambino che desidera iniziare l'attività subacquea ad un medico sarà sempre prudente; questo potrà essere un pediatra, anch'egli subacqueo o un medico con formazione nel campo della medicina subacquea o specialista in medicina dello sport (1).

Infine, per la FIPSAS, in tutti i corsi per bambini è richiesto un certificato medico di sana e robusta costituzione, chiamato "certificato di idoneità sportiva per attività subacquee non agonistiche", in cui il medico espressamente dichiara che il soggetto non presenta problematiche a carico dell'apparato uditivo, del sistema cardio-circolatorio, di quello respiratorio (ad es. asma), di quello neurologico (ad es. epilessia), o in generale patologie

che possano produrre crisi i cui effetti verrebbero aggravati dal fatto di trovarsi in immersione con autorespiratore (31).

Conclusioni

Le implicazioni fisiopatologiche dell'immersione subacquea studiate nell'adulto, devono in parte essere adattate nel bambino: alla loro luce vengono suggerite modificazioni di comportamento in grado di aumentare la sicurezza dell'immersione. Fondamentale è considerare l'im maturità dell'atteggiamento mentale che molti giovani possono avere quando si trovino in emergenza, per cui si consiglia il rilascio di certificazione (brevetto) a partire dai 14-15 anni. Seguendo le Linee Guida internazionali, il bambino non deve essere addestrato all'immersione prima degli 8 anni, prevedendo training specifici in funzione dei gruppi di età e dell'esperienza.

Il medico competente riveste un ruolo importante nel controllo sanitario preventivo e periodico, non limitandosi alla valutazione anamnestica e clinica, ma approfondendo anche gli aspetti psicologici e motivazionali, integrandosi con le altre componenti coinvolte (genitori, istruttori).

In questo modo l'esperienza subacquea potrà essere goduta dal giovane in sicurezza.

Bibliografia

1. Panchard MA. *L'enfant et la plongée sous-marine. Quand commencer?* Rev Med Suisse Romande 2002; 122: 589-593.
2. Vandenhoven G, Collard F, Schamp E. *Children and diving: medical aspects. Eight years' sports medical follow-up of the first scuba diving club for children in Belgium.* SPUMS J 2003; 33: 70-73.
3. AAVV. *The Very Beginning in Diving: Human Contact with the Underwater World*, <http://library.thinkquest.org/28170/21.html>, 2004.
4. Schiavon M. *L'iperbarismo: immersione in apnea.* Med Sport 2002; 55: 131-136.
5. Ricciardi L. *Modificazioni dell'apparato respiratorio in immersione.* In: Rossi A, Schiavon M (eds). "Apparato respiratorio e attività subacquea". Castello d'Argile (BO): Editeam sas 2000; 1-15.
6. Morrison JB, Butt WS, Florio JT, et al. *Effect of increased O₂-N₂ pressure and breathing apparatus on respiratory function.* Undersea Biomed Research 1976; 3: 217-234.
7. Hong SK. *Breath-Hold Diving.* In: Bove AA, Davis JC. "Diving medicine". WB Saunders Company 1990; 59-68.
8. Watt S. *FIT TO DIVE Course 1996, Asthma and Other Pulmonary Problems, Biomedical Seminars, UK; comunicazioni personali.*
9. Pouliquen H. *L'enfant et la plongée.* CMAS bolletin, July 1982; 2-3.
10. Mitchell S. *Children in diving: how young is too young?* The Undersea Journal 1999; 4th quarter: 88-92.
11. Elliott D, Wendling J, Taylor M et al. *Introducing children to diving, Expert meeting of the World Congress on Drowning 2002.* In: Bierens J Co-ordinating Ed. "Handbook on drowning. Prevention, Rescue, Treatment". Springer 2004 (in press).
12. Campbell E. *Diving Teens* in Diving Medicine Online, <http://www.scuba-doc.com/teens.htm>, 2004.
13. Gancia GP, Rondini G. *Lo sport subacqueo nell'età evolutiva.* Min Ped 1988; 40: 163-175.
14. Rossi MF, Schiavon M, Meneghini L. *I corsi baby-sub. Esperienza del Club Sommozzatori Padova.* Movimento, rivista di psicologia dello sport 1998; 14: 7-10.
15. Taylor MB. *The young female diver* in Diving Medicine Online, <http://www.scuba-doc.com/teens.htm>, 2004.
16. Schiavon M, Rossi MF, Meneghini L. *Baby-divers: an experimental course.* In: Marroni A, Oriani G, Wattel F (ed). "Proceedings of the International Joint Meeting on Hyperbaric and Underwater Medicine". Milano 1996: 317-319.
17. Davis JC, in *Medical examination of sport scuba divers*, Davis JC ed, 2th ed Medical Seminars Inc, San Antonio, 1986.
18. Dembert ML, Keith JF. *Evaluating the potential pediatric scuba diver.* Am J Dis Child 1986; 140: 1135-1141.
19. Bove AA. *Diving in the elderly and the young.* In: Bove AA, Davis JC. "Diving medicine". WB Saunders Company 1990; 163-169.
20. Hagen PT, Scholz DG, Edwards WD. *Incidence and size of patent foramen ovale during the first 10 decades of life: an autopsy study of 965 normal hearts.* Mayo Clin Proc 1984; 59: 17-20.
21. Campbell E. *The Ten Foot Stop, July 19, 2001* in Diving Medicine Online, <http://www.scuba-doc.com>
22. Germonpré P, Dendale P, Unger P, Balestra C. *Patent foramen ovale and decompression sickness in sports divers.* J Appl Physiol 1998; 84: 1622-1626.
23. Taylor MB. *Young, old, and disabled divers.* Proceeding of Medicine of Diving Course, Medical Seminars, Nov 1998.
24. Taylor LH. *Why I do not train kids* in Diving Medicine Online, <http://www.scuba-doc.com/teens.htm>, 2004.
25. *Proceeding of the Thirty-Fourth Undersea and Hyperbaric Medical Society Workshop, Bethesda, Maryland, Publication Number 70 (WS-FD) 5/1/87.*
26. AS 4005.1 - 2000 *Training and Certification of Recreational Divers - Minimum Entry level SCUBA Diving.* Australian Standards, 2000.
27. Walker RM. *Assessing children's fitness for scuba diving.* Med J Aust 2002; 176: 450.

28. *Children Diving Standards 2003* of the CMAS (World Underwater Federation) in www.cmas.org

29. International PADI Inc. *Children and scuba diving. A resource guide for instructors and parents* Rancho Santa Maragrita: International PADI Publications, 2002.

30. *Scuba Rangers Kids Club* in www.scubarangers.com

31. *Regolamento dei corsi di Avviamento agli Sport Subacquei (Corsi Mini-Sub) rivolti ai giovani di età inferiore ai 14 anni* FIPSAS 2004, (in press).

32. Godden D, Currie G, Denison D, et al. *British Thoracic Society guidelines on respiratory aspects of fitness for diving, BTS Guidelines*. Thorax 2003; 58: 3-13.

Ringraziamenti:

Si ringraziano per la collaborazione il Prof A. Marroni, Presidente del Divers Alert Network Europe e dell'International DAN, il Dott. E.S. Campbell curatore di www.scuba-doc.com e la Scuola Federale FIPSAS-CONI del Club Sommozzatori Padova.

Congressi

Congresses

OTTOBRE 2004

5° Congresso Nazionale di Pneumologia

Milano 6 - 9 ottobre 2004

Segreteria organizzativa:

AISC & MGR S.r.l. (sede di Milano)

Tel. 02.56601 - Fax 02.56609045

E-mail: uip2004@aimgroup.it

www.aimgroup.it/uip2004

Opinioni a confronto in Immuno- Pneumo-Allergologia Pediatrica: curare l'asma del bambino

Pavia 7 - 9 ottobre 2004

Segreteria scientifica:

G.L. Marseglia, Dipartimento di Scienze
Pediatriche,

Università di Pavia c/o Policlinico "San Matteo"

Tel. 0382.502891 - Fax 0382.527976

Segreteria organizzativa:

Congress Team Project

Tel. 0382.22650 - fax 0382-33822

E-mail: ctp@congressteam.com

EPLS European Paediatric Life Support: misure di base e avanzate della Rianimazione cardiopolmonare pediatrica

(con accreditazione del ERC European
Resuscitation Council)

Bressanone (BZ) 8 - 10 ottobre 2004

Segreteria scientifica:

Fabio Pederzini, Dr. Burkhard J. Wermter

E-mail: burkhard_wermter@yahoo.es

www.provinz.bz.it/se/paednotmed

Segreteria organizzativa:

Weisses Kreuz - Landesrettungsverein Referat
Ausbildung, Italia

E-mail: formazione@wk-cb.bz.it

Il Corso teorico-pratico di endoscopia delle vie aeree in età pediatrica

Viterbo 18 - 20 ottobre 2004

Segreteria organizzativa:

Julia Caresta - ILLEONE

Tel. e Fax. 0761.327730

Disturbi Respiratori del Sonno: un'alba più serena

III° Congresso Gruppo di Studio Multidisciplinare

Società Italiana Pediatria sui Disturbi del Sonno

Bari 22 - 23 ottobre 2004

Segreteria organizzativa:

Idea Congress

Tel. 06.36381573 - Fax 06.36307682

E-mail: info@ideacpa.com

NOVEMBRE 2004

Novità in Tema di Pneumologia ed Allergologia Pediatrica

Genova 5 - 6 novembre 2004

Segreteria organizzativa:

Idea Congress

Tel. 06.36381573 - Fax 06.36307682

E-mail: info@ideacpa.com

Il Giornate Pediatriche Internazionali "Il bambino e lo sport"

Torino 11 - 12 novembre 2004

Segreteria scientifica:

Gian Carlo Mussa, Dipartimento di Scienze
Pediatriche e dell'Adolescenza - Ospedale
Infantile "Regina Margherita"

Tel. 011.6964861

E-mail: francesco.savino@unito.it

Segreteria organizzativa:
Selene S.r.l.
Tel. 011.5683534 - Fax 011.5681010
E-mail: selene@seleneweb.com

Up Date di Pneumologia del neonato e del lattante

Congresso annuale del gruppo di studio di Pneumologia Neonatale della SIN
Roma 22- 24 novembre 2004
Segreteria scientifica:
Carla Fassi, Caterina Sivia Barbera, Clinica Pediatrica - Università "La Sapienza"
Tel. 06.49979382 - Fax 06.4461987
E-mail: corrado.moretti1@tin.it
Segreteria organizzativa:
Top Congress & Incentive Travel s.r.l.
Tel. 06.47825849 - Fax 06.47883428
E-mail: topcongress@topvacanze.it

MAGGIO 2005

ATS 2005 - San Diego International Conference

San Diego (CA, USA) 20-25 maggio 2005
Segreteria scientifica:
ats2005@thoracic.org

GIUGNO 2005

19° World Allergy Congress

Monaco (Germania) 26 giugno - 1 luglio 2005
Segreteria scientifica:
Johannes Ring
Department Dermatology and Allergy
Biederstein
Technical University Munich
Tel. +49.(0)89.4140.3205 - Fax
+49.(0)89.4140.3173
Segreteria organizzativa:
Congrex Sweden AB
Tel. +49.(0)89.5482340 - Fax +49.(0)89.54823444
E-mail: wac2005@i-plan.de
www.congrex.com/wac2005

SETTEMBRE 2005

ERS Congress 2005

Copenhagen 17-21 settembre 2005
Segreteria scientifica:
www.ersnet.org



Informazioni per gli autori

comprese le norme per la preparazione dei manoscritti

La Rivista pubblica contributi redatti in forma di editoriali, articoli d'aggiornamento, articoli originali, articoli originali brevi, casi clinici, lettere al Direttore, recensioni (da libri, lavori, congressi), relativi a problemi pneumologici e allergologici del bambino.

I contributi devono essere inediti, non sottoposti contemporaneamente ad altra Rivista, ed il loro contenuto conforme alla legislazione vigente in materia di etica della ricerca.

Gli Autori sono gli unici responsabili delle affermazioni contenute nell'articolo e sono tenuti a dichiarare di aver ottenuto il consenso informato per la sperimentazione e per la riproduzione delle immagini.

La redazione accoglie solo i testi conformi alle norme editoriali generali e specifiche per le singole rubriche.

La loro accettazione è subordinata alla revisione critica di esperti, all'esecuzione di eventuali modifiche richieste ed al parere conclusivo del Direttore.

NORME GENERALI

Testo: in lingua italiana o inglese, in triplice copia, dattiloscritto, con ampio margine, con interlinea doppia, massimo 25 righe per pagina, con numerazione delle pagine a partire dalla prima, e corredato di:

- 1) titolo del lavoro in italiano, in inglese;
- 2) parola chiave in italiano, in inglese;
- 3) riassunto in italiano, in inglese;
- 4) titolo e didascalie delle tabelle e delle figure.

Si prega di allegare al manoscritto anche il testo memorizzato su dischetto di computer, purché scritto con programma Microsoft Word versione 4 e succ. (per Dos e Apple Macintosh).

Nella **prima pagina** devono comparire: il *titolo* (conciso); i *nomi* degli Autori e l'*istituto o Ente* di appartenenza; la *rubrica* cui si intende destinare il lavoro (decisione che è comunque subordinata al giudizio del Direttore); il *nome*, l'*indirizzo* e l'*e-mail* dell'Autore cui sono destinate la corrispondenza e le bozze.

Il manoscritto va preparato secondo le norme internazionali (Vancouver system) per garantire la uniformità di presentazione (BMJ 1991; 302: 338-341). È dunque indispensabile dopo una introduzione, descrivere i materiali e i metodi, indagine statistica utilizzata, risultati, e discussione con una conclusione finale. Gli stessi punti vanno riportati nel riassunto.

Nelle ultime pagine compariranno la bibliografia, le didascalie di tabelle e figure.

Tabelle (3 copie): devono essere contenute nel numero (evitando di presentare lo stesso dato in più forme), dattiloscritte una per pagina e numerate progressivamente.

Figure (3 copie): vanno riprodotte in foto e numerate sul retro. I grafici ed i disegni possono essere in fotocopia, purché di buona qualità.

Si accettano immagini su supporto digitale (floppy disk, zip, cd) purché salvate in uno dei seguenti formati: *tif, jpg, eps* e con una risoluzione adeguata alla riproduzione in stampa (300 dpi); oppure immagini generate da applicazioni per grafica vettoriale (Macromedia Freehand, Adobe Illustrator per Macintosh). Sono riproducibili, benché con bassa resa qualitativa, anche documenti generati da Power Point. Al contrario, non sono utilizzabili in alcun modo le immagini inserite in documenti Word o generate da Corel Draw.

La redazione si riserva di rifiutare il materiale ritenuto tecnicamente non idoneo.

Bibliografia: va limitata alle voci essenziali identificate nel testo con numeri arabi ed elencate al termine del manoscritto nell'ordine in cui sono state citate. Se gli autori sono fino a quattro si riportano tutti, se sono cinque o più si riportano solo i primi tre seguiti da "et al."

Esempi di corretta citazione bibliografica per:

articoli e riviste:

Zonana J, Sarfarazi M, Thomas NST, et al. *Improved definition of carrier status in X-linked hypohydrotic ectodermal dysplasia by use of restriction fragment length polymorphism-based linkage analysis.* J Pediatr 1989; 114: 392-395.

libri:

Smith DW. *Recognizable patterns of human malformation.* Third Edition. Philadelphia: W.B. Saunders Co. 1982.

capitoli di libri o atti di Congressi:

Krmpotic-Nemanic J, Kostovis I, Rudan P. *Aging changes of the form and infrastructure of the external nose and its importance in rhinoplasty.* In: Conly J, Dickinson JT, (eds). "Plastic and reconstructive surgery of the face and neck". New York, NY: Grune and Stratton 1972: 84-95.

Ringraziamenti, indicazioni di *grants* o borse di studio, vanno citati al termine della bibliografia.

Le note, contraddistinte da asterischi o simboli equivalenti, compariranno nel testo a piè di pagina.

Termini matematici, formule, abbreviazioni, unità e misure devono conformarsi agli standard riportati in Scienze 1954; 120: 1078.

I farmaci vanno indicati col nome chimico.

Riassunto e summary insieme non devono superare le 2.500 battute spazi inclusi.

Per la corrispondenza anagrafica e scientifica:

Prof. Angelo Barbato
Dipartimento di Pediatria
Università di Padova
Via Giustiniani 3
35128 Padova
barbato@pediatria.unipd.it

RICHIESTA ESTRATTI

Gli estratti devono essere richiesti all'Editore contestualmente alle bozze corrette.

Gli estratti sono disponibili in blocchi da 25.

Il costo relativo, comprese le spese di spedizione in **contrassegno**, è il seguente:

25 estratti (fino a 4 pagine): € 60,00

25 estratti (fino a 8 pagine): € 80,00

25 estratti (fino a 12 pagine): € 100,00

Si applicano i seguenti sconti in funzione del numero di copie degli estratti:

- per 50 copie, sconto del 5% sul totale

- per 75 copie, sconto del 10% sul totale

- per 100 copie, sconto del 15% sul totale

ABBONAMENTI

Pneumologia Pediatrica è trimestrale. Viene inviata gratuitamente a tutti i soci della Società Italiana per le Malattie Respiratorie Infantili; i prezzi di abbonamento annuo per i non soci sono i seguenti:

Italia ed Estero: € 72,00; singolo fascicolo: € 20,00.

Le richieste di abbonamento e ogni altra corrispondenza relativa agli abbonamenti vanno indirizzate a:

Primula Multimedia S.r.l.
Via C. Angiolieri, 7
56010 Ghezzano - Pisa

Articoli del prossimo numero

Forthcoming articles

Attività fisica e sport nella fibrosi cistica

- 1** *Exercise performance and sports in cystic fibrosis*
R. Gagliardini, L. De Cristofaro, L. Petroni, A. L. Ferrante, F. M. de Benedictis

Performance fisica dopo resezioni polmonari in età infantile

- 2** *Physical performance after childhood pulmonary resection*
V. Pagan, A. Busetto

L'idoneità allo sport agonistico nel bambino con patologia respiratoria cronica: valutazione clinica e funzionale

- 3** *Physical fitness in children with chronic lung disease engaging in sports activity: clinical and functional evaluation*
G. Tancredi, F. Midulla, G. De Castro, A. M. Zicari, A. Turchetta

La certificazione sportiva nel paziente con malattia respiratoria cronica

- 4** *Sport certification for children with chronic lung disease*
A. De Salvia, D. De Leo

Sport e inquinamento atmosferico

- 5** *Effect of air pollution on exercise performance*
G. Caramori, P. Pasquinelli, M. P. Bellagamba

Genitori, scuola, società sportive, pediatra: condividere un percorso

- 6** *Parents, teachers, coaches, and pediatricians: a comprehensive approach to the asthmatic child*
P. Koch, F. Rigon, L. Capra

La terapia a lungo termine dell'asma: i risultati di un approccio più aggressivo rispetto alle Linee Guida

- 7** *Long-term therapy for asthma: results of a more intensive treatment than those suggested in official guidelines*
A. Battistini, V. Barone, R. Marvasi

