

CPET

IL TEST DA SFORZO CARDIORESPIRATORIO

Sommario

INFORMAZIONI PRELIMINARI	2
COS'È IL CPET	2
COSA MISURA	2
I 9 GRAFICI DI WASSERMAN	2
GRAFICO 1 – Cinetica dei gas VO_2 e VCO_2	2
GRAFICO 2- Frequenza cardiaca e polso dell'ossigeno	3
GRAFICO 3 – Relazione tra VO_2 e VCO_2 (V-slope).....	3
GRAFICO 4 – Equivalenti ventilatori	3
GRAFICO 5 – Ventilazione	3
GRAFICO 6 – Efficienza ventilatoria	4
GRAFICO 7 – Pressioni Telespiratorie per O_2 e CO_2	4
GRAFICO 8 – Quoziente respiratorio	4
GRAFICO 9 – volume corrente, ventilazione e frequenza respiratoria.....	5
IDENTIFICAZIONE DELLA LIMITAZIONE FUNZIONALE	5
FATTORI LIMITAZIONE CARDIOGENA.....	5
FATTORI LIMITAZIONE VENTILATORIA	5
FATTORI LIMITAZIONE VASCOLARE POLMONARE.....	5
FATTORI LIMITAZIONE PERIFERICA.....	6
CONSIDERAZIONI FINALI.....	6

INFORMAZIONI PRELIMINARI

COS'È IL CPET

Il test da sforzo cardiopolmonare (CPET) è una metodica ormai conosciuta ma ancora relativamente poco usata dai cardiologi e questo sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo. Infatti, erroneamente, questa applicazione è stata limitata alla valutazione di solamente alcuni parametri.

Sappiamo che il CPET fornisce molte informazioni importanti in quanto ci permette di identificare la causa della limitazione funzionale ed, all'interno della stessa malattia, quale sia la funzione più alterata permettendo di "mirare fisiologicamente" la terapia.

Purtroppo l'interpretazione del CPET non è delle più semplici se avvicinata senza la conoscenza dei concetti di base della fisiologia cardiorespiratoria.

COSA MISURA

Il VO_2 al picco (volume di Ossigeno consumato al picco dello sforzo) dell'esercizio è il parametro principale nell'identificazione della capacità funzionale del paziente.

Il VO_2 al picco è però solo uno dei parametri del test da sforzo cardiopolmonare.

In "contrapposizione" al VO_2 abbiamo infatti anche il VCO_2 , ovvero il volume di Anidride Carbonica prodotta.

Spesso viene anche utilizzato un parametro riferito alla soglia anaerobica, ovvero il momento di passaggio da un metabolismo prevalentemente aerobico ([Allenamento aerobico e anaerobico: quali sono le differenze? \(blueclinic.it\)](#)) ad uno in cui alla componente aerobica di aggiunge quella anaerobica.

Per quanto riguarda il parametro VO_2 , è importante affermare che per una corretta misurazione, necessita di un completamento dell'esercizio da parte del paziente. Come ricorda infatti il nome, per "picco" si intende il massimo sforzo a cui il paziente riesce a sottoporsi.

Per quanto riguarda invece il parametro riferito alla soglia anaerobica (che fornisce informazioni simili a quelle derivate dal VO_2), esso non dipende dal completamento dell'esame, offrendo così un beneficio.

I 9 GRAFICI DI WASSERMAN

GRAFICO 1 – Cinetica dei gas VO_2 e VCO_2

Questo grafico permette di osservare e valutare l'eventuale limitazione all'esercizio fisico.

L'analisi della cinetica di questi due gas permette di scovare eventuali limitazioni cardiovascolari o respiratorie del paziente.

All'aumentare del carico di lavoro nel paziente "sano" si osserva un aumento di VO_2 in modo lineare.

Per quanto riguarda invece la VCO_2 , si osserva un aumento lineare nella produzione della stessa fino al raggiungimento della soglia anaerobica, al di sopra della quale aumenta più che la VO_2 .

GRAFICO 2- Frequenza cardiaca e polso dell'ossigeno

Questo grafico permette di osservare e valutare la frequenza cardiaca ed il polso dell'ossigeno, ovvero un indice di performance cardiaca.

Nel soggetto "sano" il polso dell'ossigeno aumenta all'aumentare del carico di lavoro, per poi raggiungere un plateau associato alla frequenza cardiaca, indicando un normale ed adeguato aumento della gittata sistolica ([Gittata cardiaca \(my-personaltrainer.it\)](http://my-personaltrainer.it)).

Per quanto riguarda invece i pazienti con insufficienza cardiaca, essi non riescono ad aumentare la gittata sistolica sotto sforzo e pertanto, presentano un polso dell'ossigeno basso, oltre ad un precoce plateau.

GRAFICO 3 – Relazione tra VO_2 e VCO_2 (V-slope)

Questo grafico rappresenta l'andamento della frequenza cardiaca (FC), mettendo in relazione il VO_2 e VCO_2 .

Il metodo V-slope permette di calcolare la soglia anaerobica di un soggetto.

Fino al raggiungimento della soglia anaerobica, la VCO_2 aumenta linearmente con VO_2 , successivamente la VCO_2 aumenta più rapidamente e la pendenza della curva dipende dal livello di acidosi metabolica presente.

Il cambio di pendenza identifica la soglia anaerobica del soggetto che sarà precoce nei pazienti con una ridotta funzione cardiaca o con decondizionamento muscolare ([Decondizionamento – SAPIO LIFE](#)).

Per quanto riguarda la frequenza cardiaca, questa aumenta linearmente con VO_2 nei pazienti "sani", mentre in quelli con scompenso l'aumento della FC risulta decisamente più rapido.

GRAFICO 4 – Equivalenti ventilatori

Questo grafico mostra l'andamento degli equivalenti ventilatori, ovvero il rapporto tra VE/VO_2 (equivalente ventilatorio per VO_2) e VE/VCO_2 (equivalente ventilatorio per VCO_2).

GRAFICO 5 – Ventilazione

Questo grafico mostra l'andamento della ventilazione L/min (volume di aria respirata da un soggetto misurata in litri) durante un carico di lavoro progressivo "a rampa".

Grazie a questo grafico è possibile notare come vi sia un incremento di ventilazione (identificato grazie ad un cambio di pendenza della curva) quando il carico di lavoro è al di sopra della soglia anaerobica.

È inoltre possibile identificare un secondo incremento della ventilazione, che porta ad un secondo cambio di pendenza della curva, definito punto di compenso respiratorio. Il punto di compenso respiratorio non è altro che il momento in cui i “sistemi tampone” non riescono più a compensare la presenza di acidosi metabolica, che prende ora il sopravvento.

GRAFICO 6 – Efficienza ventilatoria

Questo grafico permette di verificare l'efficienza respiratoria di un soggetto, ovvero quanto efficacemente il sistema respiratorio scambia gas (Ossigeno ed Anidride Carbonica) tra l'aria nei polmoni ed il sangue.

Graficamente, la pendenza della curva (la slope) definisce l'incremento di ventilazione necessario al fine di eliminare un determinato incremento di VCO_2 .

Un valore di slope alto può essere associato ad inefficienza ventilatoria, ovvero un'“eccessiva” necessità di ventilazione al fine di eliminare una determinata quantità di CO_2 . Per calcolare la slope è necessario escludere la parte iniziale e finale del test (in quanto potenzialmente affette dalla presenza di fattori avversi). La misurazione viene infatti solitamente effettuata tra il 20% ed l'80% della durata complessiva del test.

GRAFICO 7 – Pressioni Telespiratorie per O_2 e CO_2

Questo grafico permette di studiare le pressioni parziali di Ossigeno ed Anidride Carbonica (ovvero la pressione esercitata da un singolo gas all'interno di una miscela di gas), misurate nei capillari sanguigni polmonari al termine dell'espiazione.

La misurazione della pressione telespiratoria dell'Ossigeno (PaO_2) riflette l'efficacia dei polmoni di assorbire ossigeno.

La misurazione della pressione telespiratoria dell'Anidride Carbonica ($PaCO_2$) riflette invece l'efficacia dei polmoni di eliminare Anidride Carbonica.

GRAFICO 8 – Quoziente respiratorio

Questo grafico mostra il quoziente respiratorio (QR) di un soggetto, ovvero il rapporto tra volume di Anidride Carbonica prodotta ed il volume di Ossigeno consumato (VCO_2/VO_2). Esso indica quale substrato energetico (carboidrati o lipidi) viene utilizzato per produrre energia. Ad esempio, l'ossidazione degli acidi grassi (lipidi) produce un QR di 0,7, mentre quella dei carboidrati produce un QR di 1,0.

All'inizio dell'esercizio, il QR è compreso tra 0,7 e 0,9 e può superare 1,1 al picco dell'esercizio fisico, indicando uno sforzo massimale.

Un QR a riposo superiore a 1 può essere osservato in caso di iperventilazione acuta.

GRAFICO 9 – volume corrente, ventilazione e frequenza respiratoria

Questo grafico, permette di studiare volume corrente (quantità di aria che una persona inspira o espira durante un normale atto respiratorio), ventilazione e frequenza respiratoria (numero di respiri completi che una persona compie in un minuto).

Durante l'esercizio, il grafico 7 mostra il comportamento della ventilazione in relazione al volume corrente (VC), ventilazione (VE), capacità inspiratoria (IC) e massima ventilazione volontaria (MVV).

Nei soggetti sani, l'aumento iniziale del VC durante l'esercizio è seguito da un incremento della frequenza respiratoria per mantenere una ventilazione adeguata.

Nei pazienti disturbati invece, VE e MVV (al picco) possono essere simili, indicando una potenziale limitazione ventilatoria durante lo sforzo.

Nelle patologie polmonari restrittive, la capacità inspiratoria è ridotta, e la frequenza respiratoria può aumentare notevolmente per compensare il volume corrente limitato.

IDENTIFICAZIONE DELLA LIMITAZIONE FUNZIONALE

Le cause correlate ad una limitazione dell'esercizio fisico possono essere molteplici, tra cui una limitazione: cardiaca, ventilatoria, vascolare polmonare oppure periferica.

Spesso non è però possibile identificare una sola causa a questa limitazione, ma si tratta di concorso di fattori.

FATTORI LIMITAZIONE CARDIOGENA

1. Ridotto polso dell'ossigeno al picco dell'esercizio;
2. Relazione VO_2 /Watt ridotta o non lineare;
3. Soglia anaerobica precoce;
4. Alterazioni elettrocardiografiche elevate.

FATTORI LIMITAZIONE VENTILATORIA

1. Ventilazione aumentata per un determinato VO_2 ;
2. Volume corrente ridotto per un determinato VO_2 ;
3. Aumento della capacità funzionale residua;
4. Esaurimento riserva ventilatoria.

FATTORI LIMITAZIONE VASCOLARE POLMONARE

1. Elevato valore della pendenza della relazione VE/VCO_2 ;
2. Elevati equivalenti ventilatori per O_2 e CO_2 ;
3. Ridotta riduzione durante esercizio del rapporto spazio morto/volume corrente.

FATTORI LIMITAZIONE PERIFERICA

1. Dolore muscolare durante l'esercizio;
2. Soglia anaerobica precoce;
3. Miglioramento della capacità di esercizio dopo allenamento.

CONSIDERAZIONI FINALI

Il consumo di ossigeno al picco (VO_2 picco) è il miglior parametro per valutare la capacità aerobica nei soggetti sani e nei pazienti, ma è influenzato da vari fattori come genere, età, superficie corporea, massa magra, livello di allenamento e tipo di esercizio. La variabilità è accentuata dall'uso del test cardiorespiratorio su individui molto giovani e anziani. Per migliorare la precisione diagnostica e prognostica, è preferibile usare la percentuale del valore predetto di VO_2 .

Esistono diverse formule per calcolare il VO_2 massimo predetto, ma tutte presentano limitazioni dovute a campioni di studio piccoli, popolazioni poco eterogenee e metodi non rigorosi. Ogni laboratorio dovrebbe quindi idealmente scegliere la formula più rappresentativa della propria popolazione e metodologia, sebbene questo sia difficile da applicare nella pratica.