

Gäller för: Verksamhet Klinisk fysiologi

Giltig från: 2026-01-29

Innehållsansvar: Dritan Poci, (driipo), Sektionschef

Giltig till: 2027-01-29

Godkänd av: Per Nivedahl, (perda7), Verksamhetschef

Ergospirometri, metodbeskrivning

Förändringar i denna version

Tillfällig förlängning 12 månader enligt beslut av sektionschef. Senast innehållsgranskad 2023-07-12.

Innehållsförteckning

Medicinsk bakgrund och mätprinciper.....	3
Medicinsk bakgrund	3
Indikationer	3
Kontraindikationer.....	4
Mätprinciper	4
Mätmetod/kvantifiering.....	4
Kvantifieringsprincip.....	4
Implementering på egna avdelningen.....	5
Validering.....	5
Verifiering och funktionskontroll.....	5
Principer	5
Mätosäkerhet	5
Utförande av funktionskontroll	5
Förberedelser på kliniken/undersökningsrummet, material och apparatur	6
Speciella förberedelser	6
Specifika läkemedel, material	6
Utrustning, apparatur och inmärkningsförfarande	6
Gammakamera och övrig utrustning	6
Patientförberedelser.....	7

Kallelseinstruktioner	7
Patientförberedelse på kliniken	7
Undersökningsprocedur.....	7
_Bemanning	7
Undersökningens utförande.....	7
Sammanställning och analys av prover/mätdata	8
Bedömning och utformning av utlåtande	9
Referensmaterial, normalfynd	12
Felkällor.....	12
Medicinska komplikationer	13
Referenser.....	13
Bilageförteckning	13
Bilaga nr. 1 – Kallelse	14
Bilaga nr. 2 – Knappologi	16
Bilaga nr. 3 – Utförande av blodgas.....	19
Bilaga nr. 4 – Utförande av tumörutredning	20
Bilaga nr. 5 – Utförande på kardiologlab	21
Bilaga nr. 6 – Utförande av spirometri.....	24
Bilaga nr. 7 – Guide till bedömning av ergospirometri.....	25

Referensteam

Ansvarig: Lisa Hård af Segerstad, vårdenhetsöverläkare

Sektionens ursprungliga utvecklingsteam: Per Nivedahl, vårdenhetsöverläkare, Ann-Christin Carlsson, BMA, Erika Andreen Diomande, BMA och Patrik Sundholm, ST-läkare.

Metodnamn

Ergospirometri

Undersökningskoder i AGFA

205210	Ergospirometri
205211	Ergospirometri, på gångmatta
205213	Ergospirometri med blodgasanalys
205214	Ergospirometri med blodgasanalys, på gångmatta

Medicinsk bakgrund och mätprinciper

Medicinsk bakgrund

Arbetsprov med gasutbytes- och ventilationsanalys, även kallad ergospirometri eller internationellt CPET (CardioPulmonary Exercise Test) är en relativt komplex metod där en mängd data om patientens respiratoriska/ventilatoriska, cirkulatoriska och metabola funktionsstatus erhålls. Likheterna med standardarbetsprovet är många då man belastar patienten på ergometercykel (vanligast) eller gångmatta, vanligen med inkrementell belastning enligt ramp-protokoll, men steady-state förekommer också.

Skillnaderna består i att patientens ventilation och utandningsluft analyseras. Detta görs i hög tidsupplösning, dvs utandningsluften analyseras med avseende på O₂- och CO₂-innehåll i fraktioner av tidig och senexpiratorisk fas, den sistnämnda representerande endtidal (\approx alveolär) volymsfraktion och man får då en uppfattning om andningsluftens konstitution nära den gasutbytande zonen i lungan. Genom att kalibrera mätutrustningen för omgivande luft kan syreupptag och koldioxidelimination beräknas andetag för andetag och efter integrering och synkronisering med ventilationsanalys kan en beräkning av bl.a. syreupptag, anaerob tröskel, ventilatorisk effektivitet m.m. göras. Flera av dessa parametrar har i flera studier visat sig ha en prognostisk betydelse vid olika sjukdomar, inför ingrepp eller behandlingar eller lämpligheten att utföra vissa fysiskt krävande arbetsuppgifter. Inom träningsfysiologin och vid testning av idrottsmän och kvinnor har syreupptaget (både vid maxansträngning och vid anaerob tröskel) stor betydelse för bedömning av prestationsförmåga och resultat av träningsmetod. Även när det gäller diagnostik har metoden visat sig ha fördelar framför standardarbetsprovet, exempelvis för bedömning av begränsande organsystem (cirkulation, respiration, neuromuskulära faktorer/metabolism), och vid specifika sjukdomstillstånd såsom hyper-/hypoventilation eller hyperinflation. I studier har även reversibel myocardiemi kunnat bekräftas eller förkastas med högre precision jämfört med standardarbetsprovet.⁴ Perkutan saturationsmätning görs alltid, ibland blodgasanalys via inlagd artärkateter med samtidig möjlighet till intraarteriell blodtrycksmätning.

Indikationer

- Huvudsakligen vid tillstånd där maximalt syreupptag (och övriga parametrar) under arbete är av prognostiskt intresse, till exempel hjärtsvikt, vid transplantationsutredningar av hjärt- och lungsjuka, pulmonell hypertension, prognostisk bedömning inför lungkirurgi eller annan behandling. Metoden kan också tillföra sensitivitet/specificitet vid misstanke om reversibel myocardiemi.
- Oklar dyspné.
- Differentiering mellan kardiell och ventilatorisk/respiratorisk begränsning.
- Hyperventilationssyndrom.
- Misstanke om dynamisk hyperinflation eller ansträngningsutlöst obstruktivitet.
- Tillstånd med neuromuskulära- och/eller metabola manifestationer
- Beräkning av hjärtminutvolym vid hjärkateterisering

Kontraindikationer

Absoluta

- Misstanke om pågående myocardi process (anamnes, EKG-förändringar, kliniskt status, vid behov kontroll av hjärtmarkörer, ultraljud av hjärtat m.m.).*
- Okontrollerad eller allvarlig arytm som ger upphov till hemodynamisk påverkan
- Akut aortadissektion
- Akut lungemboli eller lunginfarkt
- Symptomgivande tät aortastenosis*
- Manifest hjärtsvikt med påverkad hemodynamik i vila*

* I vissa fall kan det efter övervägande finnas anledning att utföra provet, vid behov diskuteras fallet med erfaren kollega.

Relativa

- Nyligen genomgången hjärtinfarkt eller myocardi (< 4 veckor)
- Påverkat allmäntillstånd, ex vis feber $> 37,9^{\circ}\text{C}$
- Potentiellt allvarlig arytm eller överledningsrubbning
- Tät hjärtklaffsstenosis
- Förhöjt viloblodtryck: > 230 mm Hg syst eller > 120 mm Hg diast
- Språk- eller kommunikationsproblem som omöjliggör säker dialog utan närvarande tolk eller förmedlare

Mätprinciper

Undersökningen görs som tillägg till arbetsprov med EKG (för EKG, var god se MB Arbetsprov med EKG på ergometercykel eller gångmatta).

Mätutrustningen mäter partialtrycksskillnaden av syrgas och koldioxid mellan inandad och utandad luft. Samtidigt mäts ventilerad luftvolym. På så vis beräknas totalt syreupptag och koldioxideliminering för individen. Ur dessa mätvariabler görs också en mångfald övriga beräkningar vilka presenteras senare.

Parallellt med andningsgasanalys registreras alltid O_2 -saturation och ibland även arteriella blodgaser via artärkateter.

Mätmetod/kvantifiering

Kvantifieringsprincip

Själva registreringen sker via en tätslutande mask över näsa och mun, till vilken en givardel är kopplad. Denna består dels av en gassampler som via två tunna slangar (en för O_2 och en för CO_2) kontinuerligt aspirerar luft ur masken till mätutrustningen där celler/sensorer analyserar halterna av syrgas och koldioxid i andningsluftens olika faser. Analysen sker med hög tidsupplösning. Till givardelen hör också en liten turbin som mäter patientens ventilation.

Mätutrustningen analyserar varje andetag, men själva analysen som ligger till grund för bedömningen görs oftast på medelvärden under ett visst tidsintervall (5-30s), s.k. medelinsamlingstid eller antal andetag. Vissa analyser baseras på fraktioner av utandade volymer, t.ex. endtidala partialgasttryck, med syfte att återspegla den alveolära volymsfraktionens gaskonstitution.

Implementering på egna avdelningen

Se avsnittet nedan, ”Förberedelser på kliniken/undersökningsrummet”

Validering

- Introduktion, utbildning och ”tilläggskörkort” för BMA och läkare. (Under konstruktion)
- Kontinuerlig återkoppling och kontrasignering av utbildningsläkares svar av backup-läkare (specialistkompetent) tills erforderlig kunskaps- och färdighetsnivå bedömts uppnådd av metodansvariga. Därefter v.b.
- Regelbunden validering av bedömare genom årligt deltagande i Equalisutskick för Arbets- och Lungfysiologi.

Verifiering och funktionskontroll

Principer

Mätutrustningen testas och kalibreras minst en gång dagligen (för EKG-utrustning, v.g. se MB Arbetsprov med EKG).

Själva ergospirometern kalibreras med avseende på barometertryck, rumstemperatur, luftfuktighet m.m. Dessutom görs kalibrering av volymer samt partialgasttryck för syrgas och koldioxid via en särskild testgas som simulerar utandningsluft. Detta sker en halvtimme före varje undersökning.

Mätosäkerhet

Apparatur: Mätutrustningen mäter ventilerade volymer på 0-300 L/min med maximal avvikelse 2%. Gaskoncentrationer (O_2 resp CO_2) mäts med motsvarande maximal avvikelse på 3% (max syreupptag 7 L/min) och RER 4%.

Kalibrering av mätutrustningen görs med en testgas vars sammansättning kan variera. Vid byte av kalibreringsflaska är det därför viktigt att föra in dess innehållsspecifikation i mätutrustningen.

Patient: Beroende på motivationsgrad, omgivande faktorer etc kan prestationsförmåga och resultat variera.

Utförande av funktionskontroll

Utrustningen testas årligen vid servicekontroll.

Dagligen görs okulär besiktning/kontroll av utrustning. Om orimliga testresultat erhålls kan detta bero på fel i utrustningen.

Förberedelser på kliniken/undersökningsrummet, material och apparatur

Speciella förberedelser

Mätutrustningen slås på ca en halvtimme innan undersökningen påbörjas. Före varje patientundersökning görs en kalibrering av flöde/volym och gaspartialtryck. Detta sker genom att koppla givarenheten (vid patientmasken) till mätutrustningen som då testkör mot en testgas vars sammansättning liknar utandningsluften hos en patient. Resultatet jämförs med föregående mätningar och får inte avvika för mycket från dessa. Gasanalysslangar (Sample Line Twin Tube) måste torka minst en timme mellan varje undersökning. Mätutrustningen kopplas till EKG-utrustning för informationsöverföring av puls och belastning.

Specifika läkemedel, material

Bricanyl, nitrolingual, syrgas (akutväska)

Fast utrustning på rummet:

Mask med band, saturationsmätare, blodtrycksmanschetter i olika storlekar, stetoskop, Dopplerutrustning (för bltr-mätning), PEF-mätare

Engångsmaterial:

Skrubbduk, sprit, kompresser, rakhyvel, EKG-elektroder, handskar, tejp, utrustning för venkateterinläggning (nål, NaCl etc), utrustning för artärkateterisering, underlägg, britspapper.

Från tvätteriet:

Örngott, filt, handduk, patientskjorta

Akututrustning:

Akutväska, defibrillator, hjärtbräda, syrgas, sug

Radioaktiva läkemedel

Ej aktuellt.

Utrustning, apparatur och inmärkningsförfarande

Mätutrustning: Jaeger OxyCon Pro

Arbetsstation: JLAB V5.32.0

Gammakamera och övrig utrustning

Ej aktuellt.

Patientförberedelser

Kallelseinstruktioner

Se bilaga 1: Kallelse.

Patientförberedelse på kliniken

Se avsnittet ”Undersökningsprocedur” nedan.

Undersökningsprocedur

Bemanning

Avsatt undersökningstid:

Avsatt tid för arbetsprov: 75 - 120 min.

Undersökningen utförs av antal närvarande i undersökningsrummet:

Läkare: 1

BMA: 1-2

Stödfunktion: Backup läkare

Samtlig personal ska ha godkänt körkort för arbetsprov med EKG

Undersökningens utförande

a) Vanlig ergospirometri

1. Läs remissen.
2. Kontrollera patientens medhavda medicinlista och fyll i undersökningsjournalen.
3. Vilo-EKG tas och blodtryck mäts i liggande.
4. Ta anamnes och auskultera hjärtat (ev lungor).
5. Kontrollera om ultraljud av hjärtat gjorts nyligen.
6. Sätt venös nål vid högriskpatient.
7. Dynamisk spirometri utförs (i de undantagsfall spirometri ej utförs, fyll i aktuell (<4v) FEV₁)
8. Applicera mask och kontrollera att denna sluter tätt, anslut pannprob/saturationsmätare.
9. Patienten sätter sig på cykeln, anslut givarenhet för gasutbytesanalys till masken.
10. Påbörja gasutbytesmätning, vilofas. Hädanefter skall patienten helst inte tala. Kontrollera mätresultaten och att dessa är rimliga. I vila skall RER ligga mellan 0,7 och 1,0, V'O₂ ca 3,5 mL/kg/min (± 1 mL/kg/min) och V'E oftast under 15 L/min.
11. Ta systoliskt blodtryck före arbete.
12. Bestäm belastningsprofil som motsvarar en cykling på 8-12 min, varav första två minuterna sker utan belastning och med en kadens på ca 50/min. Efter två minuter startas belastningen och själva arbetsprovet.
13. Mät systoliskt blodtryck och fråga efter bentrötthet, andfåddhet och bröstsmärta och gradera enligt Borg-skalan (CR 1-10), varje minut, patienten pekar, får ej tala.

14. Avsluta cyklingen och låt patienten sitta kvar för efterregistrering med gasanalys i 1-2 min. Därefter avlägsnas masken och patienten får lägga sig på britsen för ytterligare EKG-registrering i 5-10 min.
15. Mät systoliskt blodtryck 2 resp 4 min efter arbete. Mät både systoliskt och diastoliskt blodtryck efter 6 min. Vid behov tätare kontroller (riskpatient, avvikelser, påverkad patient)
16. Vid specifik frågeställning eller klinisk misstanke kan dynamisk spirometri utföras efter provet.
17. Kontrollera att patienten mår bra vid undersökningens avslut.

b) Ergospirometri med blodgasanalys

Vid blodgasergospirometri sätts artärnål (se separat PM för detta).

Blodgas tas i vila före spirometri, ev både i liggande och sittande. Därefter tas prov i slutfasen av varje steg (3:30 in på varje 4-min-steg) samt ca 2, 5 och 10 min efter avslutat arbete.

Protokollet för belastning skiljer sig såtillvida att stegen är 4 minuter långa (steady state). Vanligen blir belastningsfasen längre än vid en vanlig ergospirometri och prestationsförmågan mer svårbedömd i förhållande till referensvärden, som vanligen bygger på ramp-protokoll.

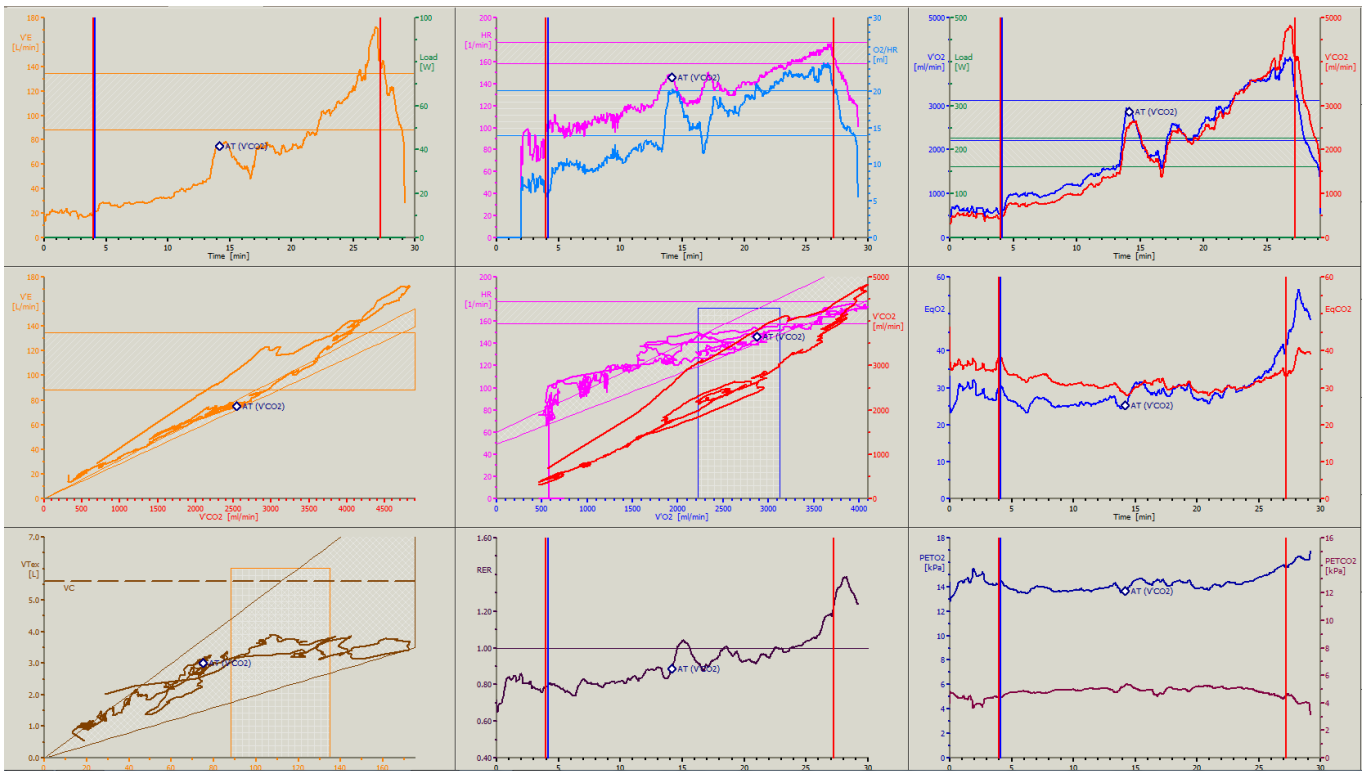
I vissa fall görs även mätning av invasiva blodtryck via radialskatetern.

Sammanställning och analys av prover/mätdata

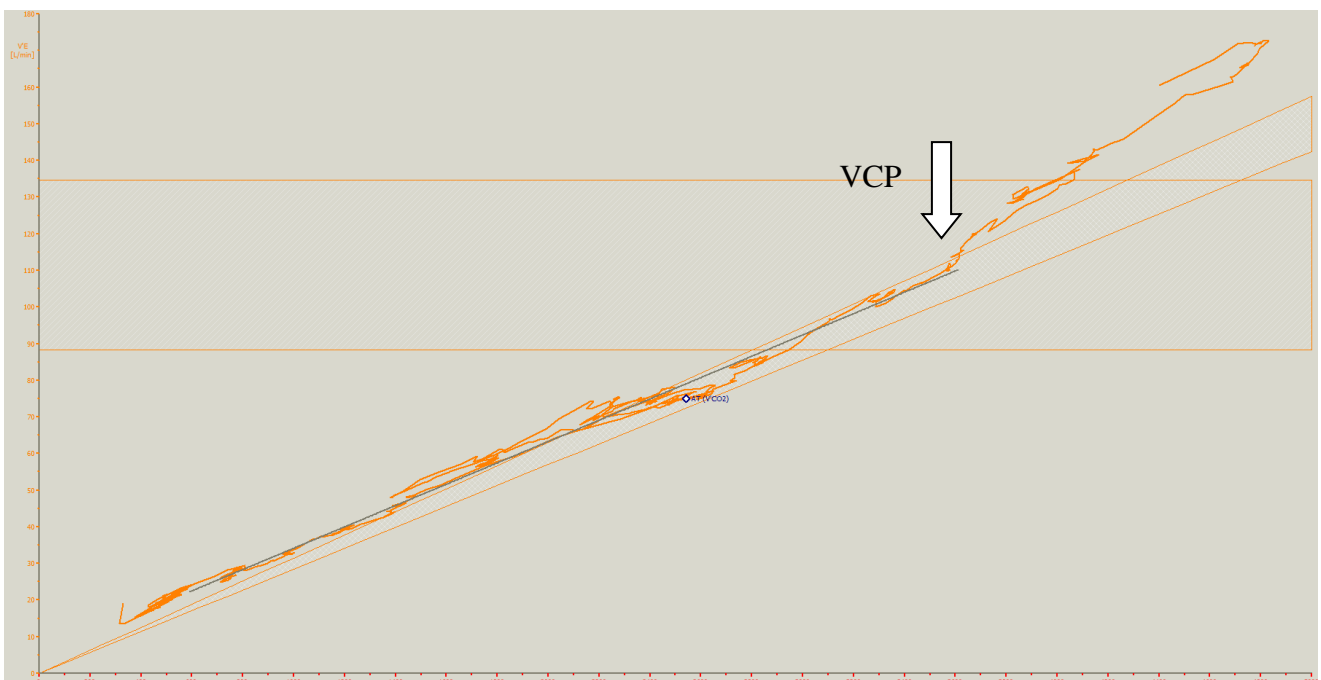
Efter testet sparas undersökningen och denna finns tillgänglig i sin helhet antingen i pappersutskrift eller (att föredra) digitalt i arbetsstationen JLAB.

Översikten utgörs av en s.k. Wasserman 9-panel plot (se nedan) som grafiskt visar profiler av ventilation, syreupptag, koldioxidelimination, RER, ventilatoriska ekvivalenter, end-tidala partialgastryck, belastning o.s.v.

En skriftlig slutrapport med medelmätvärden i vila, vid anaerob tröskel och vid max belastning visas också. Slutligen finns även en rådatarapport där medelvärdet av mätvärden presenteras fortlöpande under och efter provet. Medelvärdestiden är variabel, i princip från breath by breath till 60 sek. Vanligen används 10-30 sek beroende på provets längd, artefakter eller andra avvikelser. Mätutrustningen är standardmässigt inställd på 15 sek. Kurvor och andra grafiska presentationer vanligen 8 andetag där högsta resp lägsta värdet förkastas.



Wassermans 9-panel plot



Vid grafisk bestämning av $V'E/V'CO_2$ -slope läggs tangenten fram till ventilatorisk kompensationspunkt

Bedömning och utformning av utlåtande

Se bilaga 6 för begrepp och tolkning av mätdata.

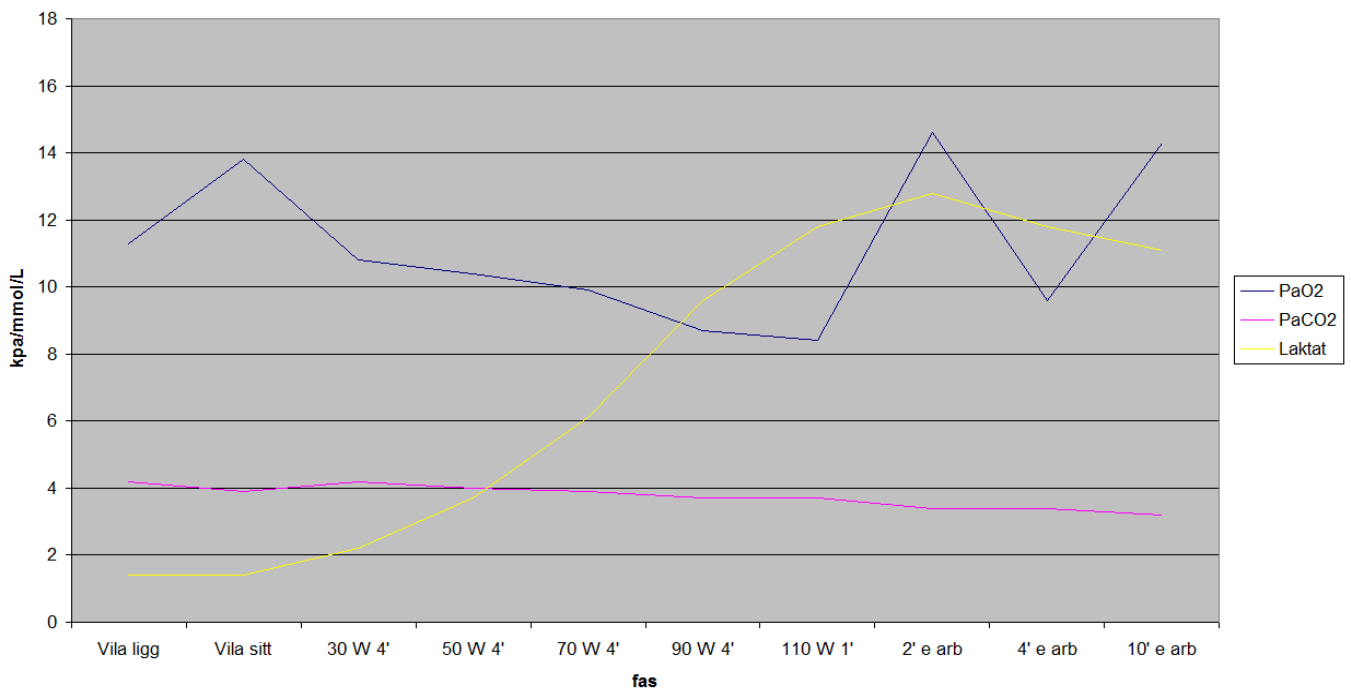
Svaret till mottagaren skall innehålla en kort bakgrund till testet och ev frågeställning (diagnostiskt eller prognostiskt test)

I svarsutlåtande bör en översiktlig grafisk presentation över ventilation, syreupptag, koldioxidelimination och belastning finnas. Detta kan inte erbjudas i nuvarande patienthanteringssystem men förhoppningen är att kommande RIS/PACS-program kan hantera detta.

- Centrala mätvärden och begrepp som presenteras i svaret är:
- RER vid arbetets avbrott
- $V'O_2$ vid AT och maxvärde/vid maxbelastning, ev patologisk profil
- Max $V'E$ och VR
- $V'E/V'CO_2$ -slope (sätts före VCP)
- $ETCO_2$ -utveckling från vila till max arbete
- EOV

Ev utveckling av dynamisk hyperinflation/obstruktivitet

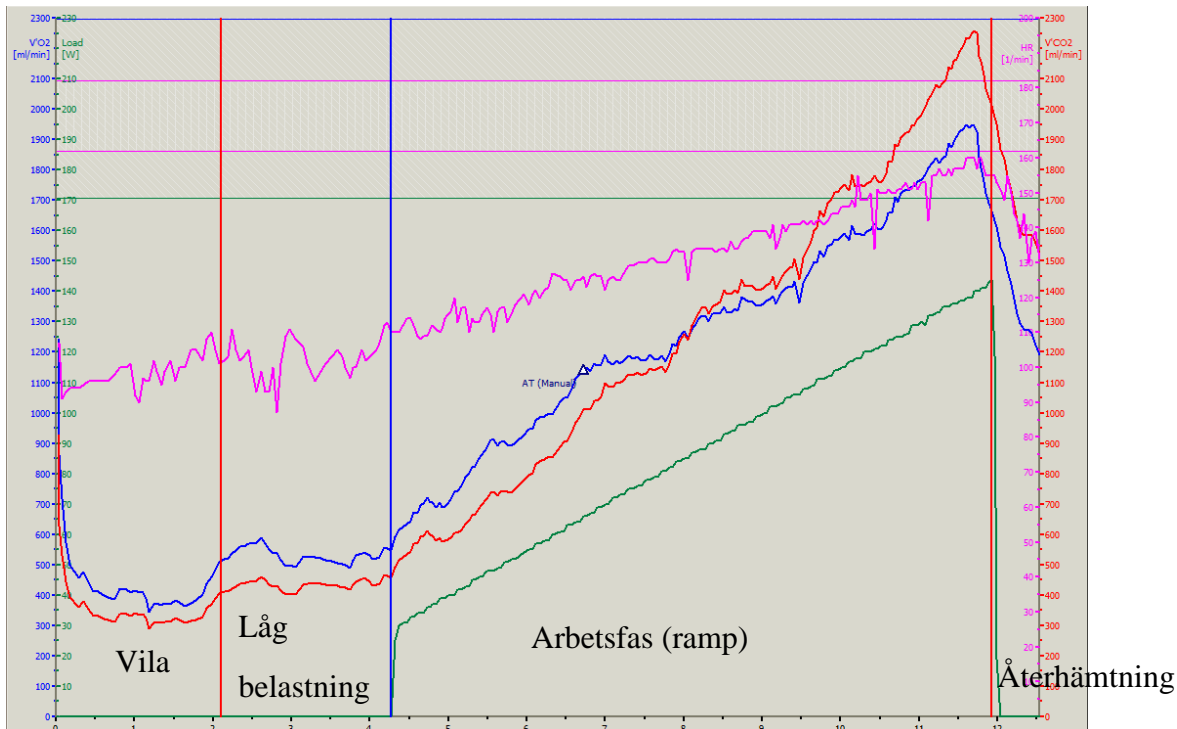
Vid samtidig blodgasanalys presenteras dessa värden (PaO_2 , $PaCO_2$, laktat och ev pH) grafiskt och i tabellform, där en jämförelse görs mot beräknade alveolära partialgastryck enligt RER-formeln (se exempel nedan). Vanligen är A-a- PO_2 -diff < 3-4 kPa under arbete. Blodgasanalysen anses också vara en golden standard vid bedömning av hyperventilationssyndrom då en klassisk bild av överdriven respiratorisk alkalos med hypokapni och höga PaO_2 -värden framträder.



U-s datum:	160420			Barometertryck:				760 mmHg (= 101 kPa)				
	pH	PaCO ₂ (kPa)	PaO ₂ (kPa)	Std bikarb. (mmol/l)	Ber. PAO ₂ (kPa)	RQ	Ber. P(A-a) O ₂ (kPa)	Hjärt-frekv. (min ⁻¹)	And.-frekv. (min ⁻¹)	Tidal-volym (l)	Venti-lation (l/min)	O ₂ upptag (l/min)
Vila ligg	7,46	4,2	11,3	22	-		-					
Vila sitt	7,48	3,9	13,8	22	14,9	0,75	1,1					
30 W 4'	7,45	4,2	10,8	22	15,4	0,92	4,6					
50 W 4'	7,44	4,0	10,4	20	16,0	1,06	5,6					
70 W 4'	7,42	3,9	9,9	19	16,3	1,12	6,4					
90 W 4'	7,38	3,7	8,7	16	16,5	1,15	7,8					
110 W 1'	7,33	3,7	8,4	14	16,6	1,17	8,2					
2' e.arb.	7,29	3,4	14,6	12	-		-					
4' e.arb.	7,30	3,4	9,6	12	-		-					
10' e.arb.	7,32	3,2	14,3	12	-		-					

Exempel på patologisk blodgas- och alveoloarteriell analys av patient med störning i gasutbyteszonen i lungan med progredierande desaturation och stigande A-a-gradient till >8 kPa.

Utöver ventilations- och gasutbytesmätvärden presenteras också vilospirometri, vilo-EKG, själva arbetsprovet med belastningsprofil och uppnådd maxbelastning i relation till referensvärdet, puls- och blodtrycksreaktion och begränsande/alarmerande symptom, saturation i vila och under provet samt EKG-reaktionen under och efter provet



Exempel på grafisk presentation av $V'O_2$, $V'CO_2$, belastning i W samt hjärtfrekvens i olika faser av provet

I sammanfattningen bör alltså utöver beskrivning av själva arbetsprovet och EKG framgå om patienten är tillräckligt kardiellt belastad (RER, kardiell reserv), peak/max syreupptag resp vid AT, ev stagnation mot slutet och patologisk ökning efter arbete, max minutventilation och ventilatorisk reserv, ev desaturation och huruvida det finns tecken till huvudsaklig ventilatorisk eller cirkulatorisk begränsning. $V'E/V'CO_2$ -slope och dess grad av patologi. Ev patologiska ventilationsmönster (EOV, EIDH, EIB)* och slutligen ev jämförelse mot tidigare resultat.

*EOV = Exercise induced Oscillatory Ventilation

EIDH = Exercise Induced Dynamic Hyperinflation

EIB = Exercise Induced Bronchoconstriction

Referensmaterial, normalfynd

$V'O_2$: "Wasserman-materialet", Hansen JE et al, Predicted values for clinical exercise testing, Am Rev Resp Dis. 1984;129(pt2):S49-S55

$V'E/V'CO_2$ -slope: Sun XG et al, Ventilatory efficiency during exercise in healthy subjects. Am J Respir Crit Care Med. 2002;166:1443-1448

Arbetsförmåga (ergometercykel): Brudin L et al, Comparison of two commonly used reference materials for exercise bicycle tests with a Swedish clinical database of patients with normal outcome. Clinical Physiol Func Imaging (2014); 34:297-307.

Arbetsförmåga (gångmatta): Nordenfelt I et al, Reference values for exercise tests with continuous increase in load. Clin Physiol (1985); 5:161-172.

Dynamiska lungvolymmer:

Nordisk etnicitet ♂: Hedenström H, et al. Reference values for lung function tests in men: regression equations with smoking variables. Ups J Med Sci 1986;91:299-310.

Nordisk etnicitet ♀: Hedenström H, et al. Reference values for lung function tests in females. Regression equations with smoking variables. Bull Eur Physiopathol Respir. 1985;21:551-7.

Mellan- och sydeuropeisk, icke europeisk/kaukasisk etnicitet: ERS: Quanjer, P.H., et al., Lung volumes and forced ventilatory flows. 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 Suppl;16:5-40.)

Övriga (asiatisk, afrikansk, sydamerikansk m.m.): ERS x 0,9

Felkällor

Maskläckage

Felaktig angivning av dead space (mask)

Felaktig kalibrering (och flödes-/gaskoncentrationssynkronisering)

Dysfunktion av gassensorer/-celler

Felaktig patientinformationsinmatning (i systemet: ålder, kön, längd, vikt etc)

Felaktig mekanisk belastning (utfört arbete stämmer inte med uppgiven effekt)

Medicinska komplikationer

Se arbetsprov med EKG på ergometercykel/gångmatta

Referenser

1. Exercise testing and interpretation, 5th ed, K Wasserman (ed), Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins 2012
2. Kliniska Arbetsprov – metoder för diagnos och prognos, Jorfeldt & Pahlm (red.), Studentlitteratur 2013
3. Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations, Guazzi, Arena et al, EHJ (2012) 33, 2917-2927
4. Cardiopulmonary exercise testing is more accurate than ECG-stress testing in diagnosing myocardial ischemia in subjects with chest pain, Belardinelli R et al, Int J Cardiol. 2014 Jun 15;174(2):337-42
5. Hansen J E et al, Predicted values for clinical exercise testing, Am Rev Resp Dis. 1984;129(pt2):S49-S55
6. Sun XG et al, Ventilatory efficiency during exercise in healthy subjects. Am J Respir Crit Care Med. 2002;166:1443-1448

Bilageförteckning

Bilagor	Dokumentnamn
Bilaga 1	Kallelse
Bilaga 2	Knappologi
Bilaga 3	Utförande av blodgas
Bilaga 4	Utförande av tumörutredning
Bilaga 5	Utförande på kardiologlab
Bilaga 6	Utförande av spirometri
Bilaga 7	Guide till bedömning av ergospirometri

Ansvar

Medarbetare ansvarar för att sätta sig in i och efterleva rutinen. Linjechef ansvarar för att tillkännage rutinen och följa upp efterlevnad. Verksamhetschef ansvarar för ledningssystemet.

Uppföljning, utvärdering och revision

Avsteg från rutinen av betydelse för journalföring dokumenteras i Agfa. Felhändelser eller risk för fel rapporteras i MedControl PRO.

Dokumentation

Styrande dokument arkiveras i SOFIA STY. Redovisande dokument ska hanteras enligt sjukhusets gällande rutiner för arkivering av allmänna handlingar.

Bilaga nr. 1 – Kallelse

SU / Sahlgrenska
Klinisk Fysiologi
413 45 Göteborg

Göteborg 2016-05-13

19 801212-0202

Tage Exempel
Storgatan 1
12345 Småstad

KALLELSE

Din läkare Dr Jönsson har remitterat Dig för **ARBETSPROV MED BESTÄMNING AV SYRGASUPPTAG**.

FREDAGEN DEN 20 MAJ KL 09.00 är Du välkommen till:

Sahlgrenska sjukhuset
Klinisk Fysiologi
Blå Stråket 5, uppgång 6, 1tr

När Du kommer anmäler Du Dig vid "**Patientanmälan**". Var vänlig tag med **fotolegitimation**.

FÖRBEREDELSE:

Rök ej två timmar före undersökningen! Undvik kraftig måltid 4 timmar före provet! **OBS! Ta med aktuell medicinlista till besöket.**

Det är bra om Du tar med ett par lämpliga skor och ev gymnastik- eller träningsbyxor. Dusch finns tyvärr ej.

Pga allergisk personal vore vi tacksamma om Du på undersökningsdagen kunde avstå från hudlotion och rakvatten/parfym.

UNDERSÖKNINGEN:

Du får cykla under stegvis ökande belastning med en andningsmask som mäter in- och utandningsluften. Puls, blodtryck och EKG registreras. Hela undersökningen tar c:a 1 timma.

FRÅGOR ELLER FÖRHINDER:

Du är välkommen att ringa oss på **tel 031-342 1560** mån - fre kl 08.00 - 16.00 om Du har några frågor eller vill avbeställa/ändra tiden.

UTEBLIVET BESÖK: Vi har rätt att debitera 125 kr för uteblivet besök.

Med vänlig hälsning

SU / Sahlgrenska
Klinisk Fysiologi
413 45 Göteborg

Göteborg 2016-05-13

19 801212-0202

Tage Exempel
Storgatan 1
12345 Småstad

KALLELSE

Din läkare Dr Jönsson har remitterat Dig för **ARBETSPROV MED BESTÄMNING AV SYRGASUPPTAG OCH BLODGASANALYS.**

FREDAGEN DEN 20 MAJ KL 09.00 är Du välkommen till:

Sahlgrenska sjukhuset
Klinisk Fysiologi
Blå Stråket 5, uppgång 6, 1tr

OBS! Ring oss snarast, absolut senast en vecka före, och bekräfta att Du kan komma på den föreslagna tiden ,tel 031-342 1560, måndag-fredag kl 7.30-16.15

När Du kommer anmäler Du Dig vid "**Patientanmälan**". Var vänlig tag med **fotolegitimation**.

FÖRBEREDELSE:

Tag Dina mediciner som vanligt. **OBS! Ta med aktuell medicinlista till besöket.**

Rök inte på undersökningdagen. Undvik kraftig måltid 4 timmar före undersökningstiden!

Utför inget tungt arbete 30 minuter före undersökningen.

Det är bra om Du tar med ett par lämpliga skor och ev gymnastik- eller träningsbyxor. Dusch finns tyvärr inte.

UNDERSÖKNINGEN:

En kort kateter läggs in i ett blodkärl vid handleden.

Du får cykla under stegvis ökande belastning med en andningsmask som mäter in- och utandningsluften. Puls, blodtryck och EKG registreras också under undersökningen.

Hela undersökningen tar c:a 3 timmar.

Resten av dagen skall Du vara försiktig med att anstränga provtagningsarmen.

FRÅGOR ELLER FÖRHINDER:

Du är välkommen att ringa oss på tel **031 - 342 15 60** mån - fre kl 08.00 - 16.00 om Du har några frågor eller vill avbeställa/ändra tiden.

Avbokning kan även göras via Mina Vårdkontakter, www.1177.se/vgregion.mvk

UTEBLIVET BESÖK: Vi har rätt att debitera 125 kr för uteblivet besök.

Med vänlig hälsning
Klinisk Fysiologi

Bilaga nr. 2 – Knappologi

Ergospirometer Oxycon Pro Kod 212

Sätt på huvudströmbrytaren och koppla in nätuttaget.

Logga in med ditt användarnamn.

Välj EKON → JLAB

Byter automatiskt till Lab Manager efter 15 minuter

(Om du vill komma förbi denna fas = 15 min → Tryck F 12)

VÄG och skriv in patientdata, ändra kön/ras vid behov.

Om patient varit hos oss tidigare: Fyll i Efternamnet → Tryck Enter 3 ggr

Tryck sedan F12

Välj ikonen ”ambient conditions” och kontrollera att värdena som kommer är rimliga.

Tryck F12, Spara - Yes

Börja med flödeskalibreringen.

Välj → Auto Cal/Vol Oxycon Samplern ska sitta i Triple V mätenheten , tryck på → på F1

Tryck sedan på F12 när beräknade parametrar visas på skärmen, får EJ skilja mer än 2% Diff

Spara med F12

Gaskalibrering:

Välj→ Analyser Calibration

Samplern ska EJ vara inkopplad till Triple V mätenheten

Tryck F1 och mätning börjar Tryck sedan på F12 när beräknade parametrar visas på skärmen, får EJ skilja mer än ”3 % Diff”

Om ” Diff ” värdena skiljer sig mer → SPARA det felaktiga värdet och kalibrera om.

Spar med F12

Kontrollera Kalibreringsfaktorn C inte går över 1.16, bör då bytas av företaget

Gör spirometri: Välj → Spirometri Flow Volume.

Teoretisk utförande av forcerad spirometri finns som bilaga nr: 6

F3 vid start/ **F7** = lagra värdena

Flytta musen till höger sida och klicka, så kan du se värdena. Tre blåsningar.

Ska **EJ** skilja mer än **150ml**

Skriv ut kurvan vi Print Screen

Tryck sedan **F12** när du vill avsluta.

Välj Breath by Breath

Uppstart – Dead space ska ändras efter storleken på de blå maskerna

Extra small 88 ml

Small 99 ml

Medium 125 ml

Large 145 ml

Kontroller att vald storlek passar, välj sedan Ok!

Kontrollera att masen sluter tätt

Koppla på flödesmätaren, sladdarna uppåt

Koppla på **POX och Masken**

Längst ner presenteras Time och Fas (T-ph = tiden i pågående fas)

Välj **F1 = Kontrollfas** tar 16s.

Välj **F1 = Rest fas** – vilofas ca 2 min (Linjerna ska vara någorlunda stabila)

Kontrollera att mätvärdena är rimliga → I vila ska RER ligga mellan 0,7-1,0

V O₂ ca 3,5 ml/kg/min. V'E cirka 15l/min

Välj **F1 = Referensfas** – patienten cyklar utan belastning 2 min

Välj **F1 = Test fas**. Då kan patienten börja cykla. Startar belastningsstegring (börja på en låg belastning men OK med stora steg på vältränade)

Välj **F1 = Återhämtningsfas** när patienten slutar cykla. Sitter kvar med mask ca en minut.

Välj **F1+ F12**

Spara → JA

POX tas av efter 1 min.

Om saturationen har sjunkit (patologiskt under 90 %) så låt den vara kvar tills utgångsläget.

Utskrifter: Gå till Evaluation Oxycon → Bilaga för utskrift se → separat bilaga.

Välj sedan **Printer Report** → PerN15s

Avsluta via arkiv: Välj → Lab Manger -Windows

Stäng huvudströmbrytaren (Gröna Knappen)

Rengöring efter varje patient:

Tvätta den vita piggen på sampler-slangen med ytdesinfektion

Sampler-slangen **Skall** bytas om det är mindre än EN timme till nästa patient.

Rengöring: se PM på väggen i sköljrummet.

Övrig information:

Flödesmätare innehar en turbin som ger 7 ml/varv

Twin Tube analyserar gaserna

Gasbomben innehåller cirka 5% CO₂ + 16% O₂ i kväve.

Det åtgår ca 200ml/patient för varje kalibrering

Vid byte till ny gastub; ska de nya värdena på gastuben skrivas in

Välj EKON Gaskalibrering →Välj Inställningar

Skriv in gastubens värde som står på flaskan →Välj Ok

Spara med F12

Vid beställning av toner till skrivaren är ordernr 724139

Bilaga nr. 3 – Utförande av blodgas

Vid blodgas tillämpas **Steady State** cykling = 4 min på varje belastning

Det finns fyra olika steg att välja på:

Vanligen 50/ 50 steg för män. Vid misstanke om kort cykling använd nedanstående steg.

40/30 steg

30/20 steg

30/10 steg

Gör spirometri

I samband med ERGO:

Använd POX-mätaren

”**Rest Fas**” cirka 1 min, Referensfas cirka 2 min.

Börjar cykla **direkt** på sin belastningsprofil.

Blodtryck och Borgskala tas vid cirka 3 minuter på varje steg

Blodgas tas vid cirka 3:30 vid varje steg.

Blodgaser tas även 2, 4 resp 10 minuter **efter avslutat arbete**.

Behåll masken till en minut efter att första blodgasen efter arbete är dragen.

Efter avslutad undersökning:

Alla utskrifter skrivs ut som vanligt inklusive lutningen

Avsluta undersökningen

Om man vill ta fram aktuell patient vid ett senare tillfälle:

Gå via IKON Patient Data

Skriv in personnumret

Tryck Enter tre gånger : Spara = F12

(Acceptera vald patient (Kommer upp flera om det finns andra med samma efternamn)

Ruta med tidigare undersökningar kommer upp

Markera aktuellt undersökning, klicka över den till höger kolumn

Tryck sedan ”OK”

Bilaga nr. 4 – Utförande av tumörutredning

T.ex lungtumörer, det viktiga är peak/max $\dot{V}O_2$

Ingen nål krävs

Mät syremättnad med POX

Ingen spirometri ska göras (har oftast gjort us på Andningsfys, kontrollera i Remus)

Om spirometrin är äldre än 4 veckor ska det göras en ny

Patienten sitter still på ”**Rest Fas**” 1:30 minut

Patienten cyklar på ”**Referensfas**” cirka 45 sek

Startar på låg belastning.

Alla utskrifter kör ut som vanligt inklusive lutningen.

Bilaga nr. 5 – Utförande på kardiologlab

Metodbeskrivning för Cardiac Output på Kardiologlab.

Ta med:

Maskin

Snorkelmunstycke

Triple volymsensor

Anslutningsadaptorn

Näsklämma

Pappersskål

VILA

Starta upp maskinen och ändra från nätverksanslutning till lokalt sparande genom att.

Välj computer → Lokal disk → LAB5 → DATGEN32 → och klicka i rutan lokal. Spara med F12.

Värm upp den som vanligt i 15 min. (I akuta fall: värm upp maskinen så länge som möjligt)

Skriv in namn och personnummer, längd och vikt.

1. Kalibrera maskinen som vanligt. Dvs: ambient conditions, flödeskalibrering och gaskalibrering.
2. Koppla ihop Triple volymsensor + anslutningsadaptorn och snorkelmunstycke.
3. Hjälp patienten att placera det rätt i munnen. Se till att läpparna är utanför och att det håller tätt runt omkring. Det ska vara bekvämt och patienten ska kunna andas avslappnat i det.
4. Sätt på näsklämman.
5. Gå in i programmet ”Breath by breath” som vanligt, men ändra från ”mask” till ”litet munstycke”.

Starta med F1

1. Börja med ”**Kontrollfas**” → 16 sekunderna.
2. Hoppa över ”**Rest Fas**” → välj **F1**
3. ”**Referensfas**” samla cirka en minut → välj **F1**
4. ”**Testfas**” och börja samla in, vänta tills kurvorna har stabiliserat sig, dvs löper parallellt med varandra. Om EJ kontrollera munstycke och näsklämma inte läcker.
5. När linjerna har varit stabila i 2 min
6. Välj ”Markers” → ”Addera markör” → ”Blodgas”.
7. Meddela personalen att de kan ta sin blodgas.
8. Tryck **OK** när blodgasen är dragen. Samla in ytterligare 1-2 minuter. Välj **F1**
9. **Spara: Välj F1 + F12** och gå in i EKON ”Evaluation oxykon”.
10. Nu ligger du i fliken ”Ergo-Er”.

11. Välj ”Markers” → Visa → ”Blodgaser” → OK
 12. Högerklicka eller använd Tools , välj ”kurvanpassning” och ”sätt område”.
 13. Ändra ”**polymodal**” till ”**medelvärde**”. Sätt område ca 1 -1 ½ min innan samt 1 -1 ½ min efter blodgasen togs. Bekräfta, spara och skriv ut via ”**printscreen**”.
- OBS! 2 exemplar.
14. Ge en utskrift till personalen på Kardlab och ta med en utskrift hem.
 15. AVSLUTA

VILA

- 1 Starta upp maskinen och värm upp den som vanligt i 15 min. (*I akuta fall: värm upp maskinen så länge som möjligt*)
- 2 Skriv in namn och personnummer, längd och vikt.
- 3 Kalibrera maskinen som vanligt. Dvs: ambient conditions, flödeskalibrering och gaskalibrering.
- 4 Koppla ihop Triple volymsensor + anslutningsadaptorn och snorkelmunstycke.
- 5 Hjälp patienten att placera munstycket rätt i munnen. Se till att läpparna är utanför och att det håller tätt runt omkring. Det ska vara bekvämt och patienten ska kunna andas avslappnat i det.
- 6 Sätt på **näsklämman**
- 7 Gå in i programmet ”**Breath by breath**” som vanligt, men **ändra från ”mask” till ”litet munstycke**”.
- 8 **Starta på F1.**
- 9 Börja med ”**Kontrollfas**” → 16 sekunder.
- 10 Hoppa över ”**Rest Fas**” → välj **F1**
- 11 ”**Referensfas**” cirka en minut → välj **F1**
- 12 ” **Testfas**” och börja samla in, vänta tills kurvorna har stabiliserat sig, dvs löper parallellt med varandra. Om EJ, kontrollera munstycke och näsklämma inte läcker.
- 13 När linjerna har varit stabila i 2 min
- 14 Välj ”Markers” → ”Addera markör” → ”Blodgas”, meddela personalen att de kan ta sin blodgas.
- 15 Tryck **OK** när blodgasen är dragen. Samla in ytterligare 1-2 minuter. Ta bort munstycket och näsklämman
- 16 **Obs!** ligg kvar i **Test Fas** tills det är klart för cykling

CYKLING:

- 1 Koppla in munstycket och näsklämman
- 2 Samla in i vila cirka 1min (stabila baslinjer). Patienten börjar cykla på en belastning som läkaren på Kardlab bestämmer.
- 3 När patienten nått Steady state och linjerna har varit stabila i minst 2 min.
Välj Markers → Addera markör → Blodgas och meddela då personalen att de kan ta blodgasen.

OBS! Utskriven version kan vara ogiltig. Verifiera innehållet.

- 4 Tryck **OK** när blodgasen är dragen. Samla in ytterligare 1-2 minuter.
Spara: tryck F1 + F12 och välj Evaluation oxycon.
- 5 Nu ligger du i fliken Ergo-Er.
Välj Markers → Visa → Blodgaser → OK
- 6 Högerklicka eller använd Tools , välj kurvanpassning
Välj → sätt område.
- 7 Ändra ”**polymodal**” till ”**medelvärde**”. Sätt område ca 1-1½ min innan och 1-1½ min efter blodgasen togs. Bekräfta och skriv ut vilorapporten via ”**printscreen**” OBS! 2 ex
Upprepa i samma procedur som ovan för cyklingen.
Ge en kopia till Kardlab och ta med en kopia hem.

OBS! ändra tillbaka lokalt sparande till nätverk enligt startinstruktionen.

AVSLUTA

Bilaga nr. 6 – Utförande av spirometri

Patienten ska under manövern sitta med rak hållning, fötterna isär stadigt på golvet vara avslappnad (nedsjunkna axlar). Näsklämma ska användas.

Informera hur manövern går till. Visa gärna hur manövern ska utföras.

1. Patienten startar med minst tre jämna tidalandetag.
2. Patienten andas in till maximalt inandat läge (TLC). Andhållningen vid maximal inandning ska vara <2 s.
3. Den därefter följande maximalt forcerade expirationen ska starta utan minsta tvekan och kraftfullt, ”som en explosion”.
4. Den forcerade expirationen ska fortgå under minst 6 s eller tills ingen luft mer kan pressas ut och avslutas inte förrän flödet upphört (<0,025 L under <1 s), dvs. vid RV.

Svikt- patienter bör inte pressas längre än 6 s

För äldre individer behövs oftast avsevärt längre expirationstid än 6 s för att uppnå ”noll-Flöde”. Patienten gör sedan en maximal inandning (FIV in) och andas sedan ut normalt.

5. Upprepa manövern minst 3 gånger.

Bilaga nr. 7 – Guide till bedömning av ergospirometri

RER ($V'CO_2/V'O_2$)

-ligger i vila mellan 0,7 (kolhydratfattig kost) och 1,0 (kolhydratrik kost)

-lägre värden är över tid inte förenliga med human fysiologi

-högre värden än 1,0 kan ses vid hyperventilation eller grav metabol acidosis i vila

Under arbete sjunker oftast RER initialt för att sedan långsamt stiga upp till anaerob tröskel (AT), då ökningen går snabbare (speglar ökad HCO_3^- -buffring i blod p g a metabol acidosis och ökat ventilationsarbete/utsköljning av koldioxid)

Då patienten avbryter är RER ett ”kvitto” på kardiell belastning

Grov indelning:

<1,00 ofullständigt kardiellt drivet

1,00-1,10 måttligt - ” -

1,10-1,20 väl - ” -

>1,20 mycket väl - ” -

Ventilatoriskt begränsade patienter når ofta inte RER >1,10.

Efter arbete stiger RER snabbt till höga nivåer (1,3-1,8). En utdragen nedgång (>20-30 s) efter arbete och framför allt utebliven stegring är patologiskt alt ej kardiellt drivet prov.

$V'O_2$

Syreupptag/minut, presenteras både som totalt syreupptag för individen i mL/min resp viktkorrigerat mL/kg/min.

Undvik termen ”konditionstal” i svaret– begreppet saknar stöd i litteraturen.

Stiger linjärt med belastning motsvarande 8-12 mL/min/W. Plötsliga peakar under arbete utan proportion till belastningsökning bör betraktas som artefakter, om $V'O_2$ -kurvan är riklig med sådana vid maxbelastning kan man med fördel öka medelinsamlingstiden för att få ett rimligt medelvärde för $V'O_2$ max/peak, då topparna inte symboliserar ”sanna syreupptagspunkter”.

Patienter med ökat/ineffektivt andningsarbete (KOL, lungfibros etc) kan ha högre $V'O_2$ -stegring/W p g a att det ökade andningsarbete i sig konsumerar syre.

I vila är syreupptaget ca 3,5 mL/kg/min (motsvarande 1 MET)

Referensvärden: F.n. "Wasserman", *Hansen et al 1984*.

Notera att referensvärdet gäller det globala syreupptaget (mL/min) och inte det viktkorrigerade (mL/kg/min), referensvärdet är baserat på idealvikt enligt formeln

$0,79 \times \text{Längd (i cm)} - 60,7$ (män)

$0,65 \times \text{Längd (i cm)} - 42,8$ (kvinnor)

Och gäller för individer >30 år (om yngre används ref-material för 30 åringar)

Referensvärdet och % av detta presenteras i slutrapporten. Det råder fortfarande oklarheter om vad som egentligen är normalt i förhållande till referensvärdet och nationellt konsensus efterfrågas för detta.

Ev byte till det betydligt större SHIP/annat material på nationell nivå diskuteras på andra SFE-mötet i Stockholm hösten 2016.

Viktiga cut-off-värden:

För bedömning inför hjärttransplantation: 12-14 mL/kg/min

Riskbedömning inför lungkirurgi (pulmektomi):

<10,0 mL/kg/min – mycket hög risk

10-14,9 mL/kg/min – ökad risk

15,0-19,9 mL/kg/min – lätt ökad risk

≥20,0 mL/kg/min – normal risk

En stagnation av syreupptag vid ökande belastning är patologiskt och kan bero på:

-desaturation

-sjunkande slagvolym (hjärtsvikt, ischemi, tilltagande MI, utflödesobstruktion, shunt)

-minskat arbete (kadens, effektförlust i ergometer)

-registreringsartefakter (maskläckage, apparatfel)

V'CO₂

Utvädring av koldioxid i mL/min.

Ökar linjärt med belastningen parallellt med V'O₂ och V'E (se nedan) fram till AT (anaerob tröskel).

Därefter ökar V'CO₂ mer än V'O₂ och följer V'E. Orsaken är att muskulaturen efter anaerob tröskel producerar högre mängder laktat, där den ökade mängden vätejoner i perifert blod buffras av natriumbikarbonat till att öka mängden kolsyra som vädras ut i form av koldioxid i lungorna. Detta driver ett ökat andningsarbete.

V'E

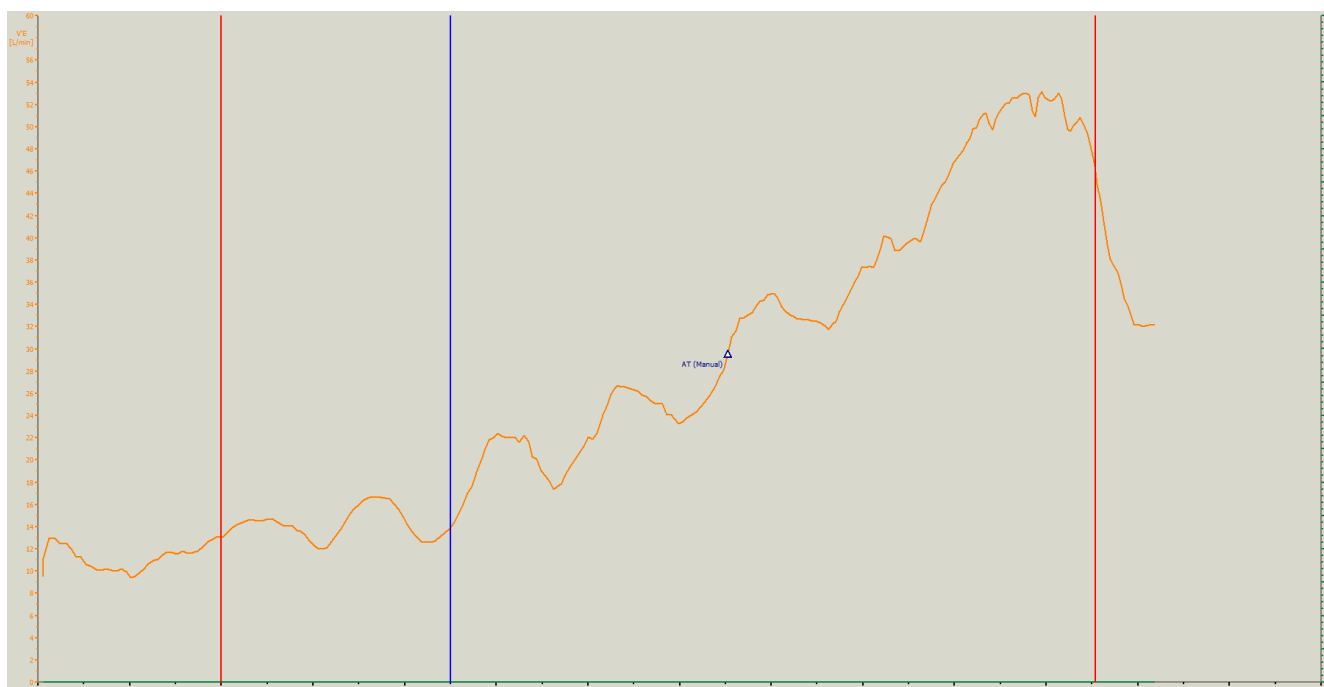
Ventilerad volym luft/min eller "lungminutvolymen".

V'E ökar linjärt med belastningen och får en brantare ökning efter anaerob tröskel (se ovan V'CO₂). Vid maximal belastning finns en viss ventilatorisk reserv kvar. Denna kan beräknas genom att beräkna eller mäta MVV (maximal volontär ventilation). Antingen genom att multiplicerad FEV₁ (från nyligen utförd vilospirometri) x 40, eller genom en s.k. MVV-manöver i vila. Patienten får då andas så mycket den kan under 10 sek då en ventilatorisk flödes- och volymsregistrering görs och en MVV erhålls. Den ventilatoriska reserven är den volym luft som finns kvar till MVV uppnås vid V'E_{max}. Denna kan uttryckas antingen i L/min eller i % av MVV.

En ventilatorisk reserv på <15% eller 11 L/min anses reducerad.

Om den är över 40% är den ökad.

EOV, eller oscillerande ventilation, innebär kraftigt varierande minutvolym under vila eller arbete och anses ha högt negativt prognostiskt värde hos vissa patientgrupper.



EOV – Exercise induced Oscillatory Ventilation

V'E/V'CO₂-slope

Även kallad ventilatorisk effektivitet. Således föreligger ett relativt konstant förhållande mellan V'CO₂ och V'E (fram till respiratorisk/ventilatorisk kompensationspunkt RCP eller VCP). Detta utnyttjas för att beräkna V'E/V'CO₂-kvoten, eller-slopen, vilken kan bestämmas redan vid submaximal belastning. Kvoten kan benämnas "ventilatorisk effektivitet" och speglar alltså minutvolymen av ventilerad luft som erfordras för att eliminera en (1) liter koldioxid. Denna kvot har en oberoende prognostisk betydelse hos flertalet patientgrupper, inte minst hjärtsviktpatienter. Grovt normalt bör denna ligga under 34 L/L, lägre för yngre individer. Tangenten läggs utmed provets tidigare del/del med lägst lutning över tid, ej förbi RCP/VCP då detta ger en falskt för hög kvot.

V'E/V'CO₂-slope ref-värden:

Ålder	V'E/V'CO ₂ -slope (medelnormalvärde)	
	<u>män</u>	<u>kvinnor</u>
<20	22,9	23,9
21-30	23,6	24,6
31-40	23,9	24,9
41-50	25,2	26,2
51-60	27,2	28,2
>60	27,5	28,5

1SD= \pm 3,0L/L ♀/♂

ULN = 2,0 SD

2,0-4,0 SD Lätt patologisk

4,1-6,0 SD Måttligt patologisk

>6,0 Uttalat patologisk

Referens: Sun et al, Ventilatory efficiency during exercise in healthy subjects, Am J Resp Crit Care Med. 2002;166:1443-1448

EqO₂ och EqCO₂

Ventilatoriska ekvivalenter för syreupptag respektive koldioxidelimination innebär mängden ventilerad volym luft som krävs för utbyte av en (1) liter gas. I vila och vid arbete före AT är EqO₂ lägre än EqCO₂ (i regel omkring 25 L/L), sjunker något under initial arbetsfas för att sedan stiga vid AT. Ekvivalenterna korsas vid RER 1,0. EqCO₂ är momentanvärdet av VE/VCO₂. Patienter med hjärtsvikt, lungsjukdom eller hyperventilation har i regel högre ventilatoriska ekvivalenter.

ETO₂ och ETCO₂

End-tidala partialgastryck, d v s den endexpiratoriska volymsfraktionen under tidalandningen i vila och under arbete. Motsvarar alveolära förhållanden i jämnt ventilerade lungor och speglar

ventilations-/perfusionsförhållanden. Ju mer lika atmosfärsförhållanden dessa värden antar, desto sämre perfusionsförhållanden till ventilerade lungavsnitt.

Hos *friska individer* ligger ETCO_2 i vila på ca 4,7-5,5 kPa (närmast identiska/något högre än PaCO_2 -värden). Under arbete stiger dessa initialt med 0,5-1,0 kPa för att sedan sjunka mot max arbete.

Hos *patienter med hjärtsvikt* är ofta ETCO_2 reducerad i vila, oförändrad/lätt ökande under tidig arbetsfas för att sedan sjunka mot maxbelastning.

Vid *PAH/CTEPH* är ETCO_2 uttalat sänkt i vila och sjunker sedan under arbete, ofta nedåt 3,5-3,0 kPa.

Vid *obstruktiva tillstånd* är ETCO_2 ofta normal/något hög. Hos patienter med *restriktiv lungsjukdom* sjunker den arteriella saturationen med ökat arbete till följd av otillräcklig alveolokapillär diffusionsyta och för kort erytrocytexponeringstid (ETT) mot alveolmembranen. Ofta ses därför en tilltagande ineffektiv ventilation med stigande ETO_2 och sjunkande ETCO_2 (ökat fysiologiskt dead space) och därmed stigande A-a-gradient.

Syrepuls, O_2/HR

Kvoten mellan det totala (globala) syreupptaget och hjärtfrekvensen, uttrycks i $\text{mL O}_2/\text{hjärtslag}$. Denna är en produkt av slagvolym, hemoglobinvärde och arteriovenös saturationsgradient. Eftersom Hb kan antas vara relativt konstant under provet är alltså syrepulsens direkt beroende av slagvolymerna och ev rubbning i avO_2 . Syrepulsens ökar normalt under hela provet och en sänkning kan antas bero på antingen sjunkande slagvolym i LVOT, desaturation (sjunkande saturationsgradient mellan arteriellt och blandvenöst blod) och/eller shuntning. Syrepulsens har liksom syreupptagsprofilen också en betydelse i bedömning av ev arbetsinducerad myocardiemi men stagnation kan också ses hos patienter med signifikant aortastenosis, dynamisk mitralisinsufficiens eller annan progredierande höger-/vänster-svikt/kammardilatation under arbete.

$\delta\text{O}_2/\delta\text{W}$

Syreupptagsökning per motståndseffektökning, ”arbetskostnad”. Ligger relativt konstant på ca 8-12 mL/W/min under hela provet. Stagnation tyder på patologi.

Dynamisk ventilationsanalys (Intrabreath)

Vid obstruktiva lungsjukdomstillstånd förekommer olika grad av dynamisk hyperinflation för att bibehålla flöden vid snabbare andningsfrekvens och ökade tidalvolym. Mekanismen är en successiv ökning av den funktionella residualkapaciteten, i dessa sammanhang även kallad den end-expiratoriska lungvolymen (EELV).

Analysen bygger på att patienten genomför IC-manövrar i olika faser av arbetet. IC är ett indirekt mått på FRC (EELV) och sjunkande IC med stigande belastning tyder på hyperinflation (EIDH). Detta anses föreligga om representativa mätningar visar en minskning av IC/ökning av EELV med minst 0,3L. Manövern går också att utföra forcerat för att påvisa ev tilltagande obstruktivitet/VCD under provet. Hyperinflation anses innebära sämre prognos och funktion hos obstruktiva patienter.

Per Nivedahl, Vårdenhetsöverläkare LoA, Klin Fys SU, 160601

Information om handlingen

Handlingstyp: Rutin

Gäller för: Verksamhet Klinisk fysiologi

Innehållsansvar: Dritan Poci, (driipo), Sektionschef

Godkänd av: Per Nivedahl, (perda7), Verksamhetschef

Dokument-ID: SU9800-1516193980-88

Version: 8.0

Giltig från: 2026-01-29

Giltig till: 2027-01-29