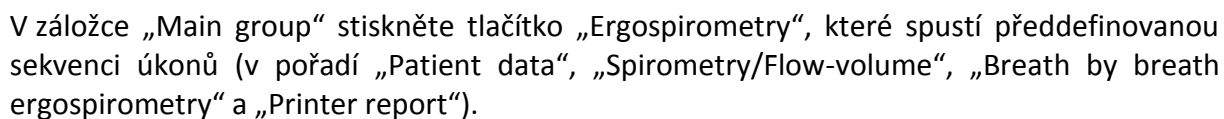


Doc. MUDr. Jiří Radvanský, CSc., MUDr. Kryštof Slabý, Jan Pokorný

Doc. MUDr. Jiří Radvanský, CSc., MUDr. Kryštof Slabý, Jan Pokorný

Spustíte program LabManager (ikona na ploše), po proběhnutí automatického testu se zobrazí následující okno (základní rozhraní):



Patient data – po kliknutí na ikonu se zobrazí následující okno. Vyplnění alespoň prvních 6 údajů („Last name“ až „weight“) je nezbytné k postupu do další fáze vyšetření.

Personnel Information

Personal Information

Last Name:

First Name:

Address:

Date of Birth: (YYYY-MM-DD)

Sex: ☐ Male ☐ Female

Height: (cm)

Weight: (kg)

Color:

Employment Information

Name: (Last Name)

Position:

Rank:

Grade:

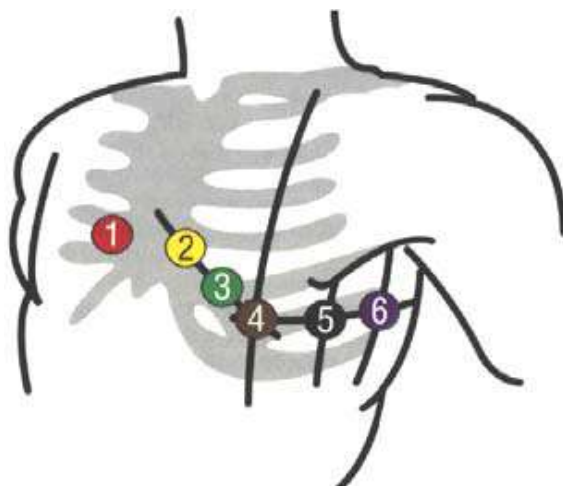
Salary:

Příprava přístrojů a vybavení

Zapněte bicyklový ergometr a nastavte vhodnou výšku sedla a řídítek (při umístění paty na pedál by noha měla být zcela napnutá v kolenu).

Nasaďte masku a ověřte její připojení k přístroji Oxycon.

Elektrody EKG – elektrody nejprve nalepte na tělo pacienta a poté připojte odpovídající kabel EKG přístroje. Po jedné elektrodě do oblasti levé a pravé lopatky, po jedné do oblasti levé a pravé spina iliaca post. sup. Hrudní elektrody pak dle následujícího schématu. Kabely připojte: L (žlutá)-levá lopatka, R (červená)-pravá lopatka, F (zelená)-levá kyčel, N (černá)-pravá kyčel. Kabely k hrudním elektrodám pak rovněž dle schématu.



Druhy vyšetření

Spirometrie a křivka průtok-objem

Je-li maska řádně připravena (před připojením k analyzátoru zakryjte rukou otvor v masce a zkuste ústy vytvořit přetlak a podtlak), lze spustit spirometrické vyšetření.

Předdefinované vyšetření se skládá z provedení „slow“ (ERV, VCIN, VCEX, ...) a „forced“ (FVC, FEV1, MEV50, ...) dýchacích manévru.

Pomalá spirometrie (statické objemy)

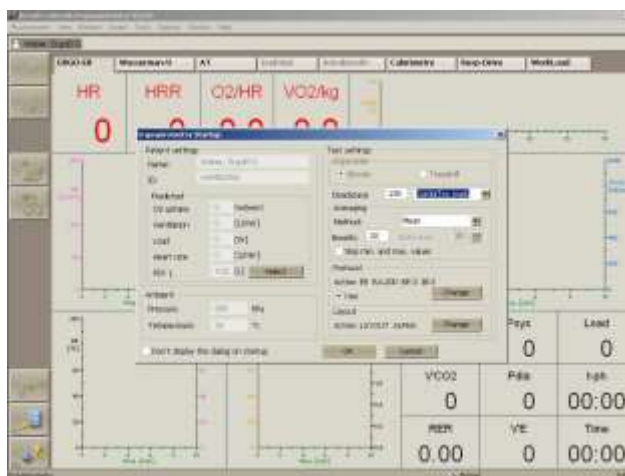
Stisknutím F2 nebo kliknutím na odpovídající tlačítko („Slow spirometry“) v levé části obrazovky spustíte vyšetření. Po několika iniciálních deších (amplituda se zobrazuje na obrazovce) se zobrazí okno „Activate ERV/IC measurement“. Je-li pacient připraven, stiskneme znovu tlačítko F2 (či odpovídající ikonu) a pacienta požádáme o co nejhlubší pomalé vydechnutí, následované pomalým maximálním nadechnutím, následované opětovným pomalým maximálním vydechnutím. Poté pacient dýchá dále normálně.

Flow-volumová křivka (usilovné manévry)

Je-li pacient připraven k další fázi, lze ji spustit stisknutím tlačítka F3 (nebo opět odpovídajícím tlačítkem „Flow-volume“) a pacienta požádáme o co nejhlubší pomalé vydechnutí, následované pomalým maximálním nadechnutím, následované co nejhlubším a co možná nejsilnějším vydechnutím, následované maximálním nadechnutím.

Pro uložení a ukončení stiskněte F12 či klikněte na odpovídající ikonu.

Po zobrazení úvodní obrazovky zkontrolujte údaje o pacientovi, zvolte předdefinovaný zátěžový protokol a zkontrolujte, zda je správně zvoleno použití masky či náustku a je zobrazen jejich mrtvý prostor.



Wyšetření ukončíte a uložíte stisknutím F12 (či tlačítkem v levém dolním rohu).

2 min	aktivní zotavení	lehké vyšlapání na 0,5 W/kg
3 min	pasivní zotavení	v klidu vsedě nebo pomalé vyšlapávání bez zátěže

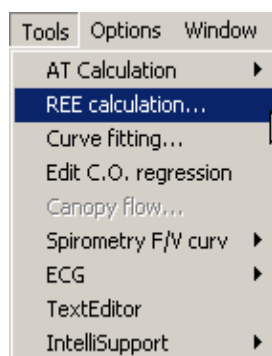
Nepřímá kalorimetrie při zátěži

Metoda umožňující určit energetický výdej a poměr spotřeby třech základních energetických substrátů (proteiny, sacharidy, tuky) na základě stanovení poměru spotřeby O₂, výdeje CO₂ a hladiny dusíku v moči.

Měření probíhá paralelně s ergometrií – program spustíte stejně jako zátěžové vyšetření kliknutím na ikonu „Breath by breath“ na základní obrazovce. V následujícím okně (viz předchozí krok „Breath by breath ergospirometry“) po zvolení zátěžového protokolu vyberte záložku „Calorimetry“. Stav na liště na dolním okraji obrazovky hlásí „Ready“, stisknutím F1 spustíte proces vynulování („Bgnd Zeroing“), po cca 20 sekundách se nápis na dolní liště změní na „Check“. Následným stisknutím F1 spustíte zátěžové vyšetření, během kterého budou zaznamenávána data nepřímé kalorimetrie.

Zpřesnění výsledků

Zejména v počátečních fázích vyšetření ještě nejsou hodnoty ventilovaných plynů stabilní a jejich započítání nepřesní celkový výsledek. Je proto vhodné tato data odstranit. Na liště v horní části obrazovky klikněte na tlačítko „Tools“ a vyberte možnost „REE calculation“.



Následující okno zobrazuje výsledky měření – pro odstranění nepřesných údajů klikněte na tlačítko „More info“.

Resting Energy Expenditure Dialog - Interval of averaging: 00:35 - 04:...

Average Resting Ergospirometry

V'O ₂ (ml/min)	V'CO ₂ (ml/min)	RER
515.03	465.84	0.90

More info

Average Resting Energy Expenditure

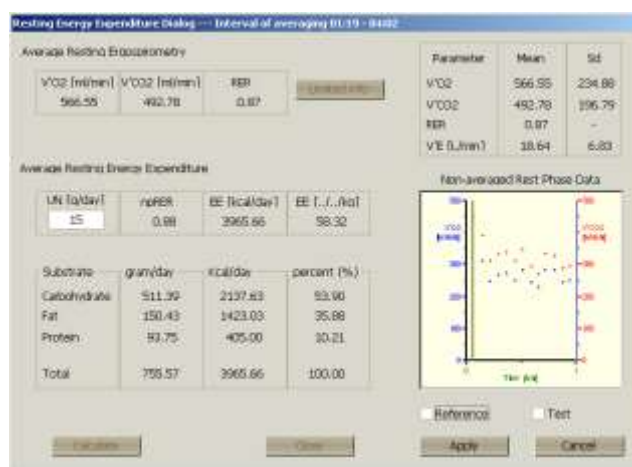
UN (g/day)	npRER	EE (kcal/day)	EE (kJ/kg)
15	0.92	3634.12	53.44

Substrate

	gram/day	kcal/day	percent (%)
Carbohydrate	567.43	2371.84	65.27
Fat	90.62	857.28	23.59
Protein	93.75	405.00	11.14
Total	751.80	3634.12	100.00

Calculate Close

V následujícím okně klikněte na tlačítko „Set range“ a posunem zelené vertikální čáry doprava zvolte nový (korigovaný) začátek sbírání údajů (je-li první hodnota evidentně nad či pod průměrem, pak posuňte zelenou vertikálu vpravo od této hodnoty). Obdobně lze manipulovat s modrou vertikálou, která značí konec sběru dat.



Srdeční výdej (pomocí zpětného vdechování CO₂)

Přístroj Oxycon umožňuje měření srdečního výdeje neinvazivním způsobem. Pacient během cca 20 sekundového testu vdechuje a vydechuje do vaku, ve kterém je připravena směs plynů, která v podstatě odpovídá složení vzduchu, ale množství CO₂ je zvýšeno tak, aby jeho parciální tlak byl o něco málo vyšší, než v pacientem vydechovaném vzduchu (což je hodnota shodná s parciálním tlakem v pacientově žilní krvi přitékající do plic). Jelikož pacient vdechuje plyn bohatší na CO₂ než jeho venózní krev, dochází k difúzi CO₂ nikoliv ven, ale dovnitř jeho cévního řečiště. Po několika deších (obvl. do 20 sekund) se mezi tenzí CO₂ ve vaku resp. alveolech resp. cévním řečišti pacienta nastolí nová rovnováha. Rychlost nastolení této nové rovnováhy je tím rychlejší, čím rychleji krev plicním řečištěm protéká, tedy čím vyšší je srdeční výdej.

Příprava

Připojte vak s ventilem k přístroji Oxycon pomocí třech barevně označených hadiček. K vaku s ventilem připojte senzor a náustek či masku.



Konektor „Twin-Tube“ musí být přepojen ze senzoru na ventil (viz obrázek: z místa malé bílé tečky na místo, kam jej demonstrátor na obrázku právě připojuje). Otvor, který v senzoru vznikne po odpojení konektoru, musí být utěsněn zátkou. Aparaturu nasadíte pacientovi na obličej.

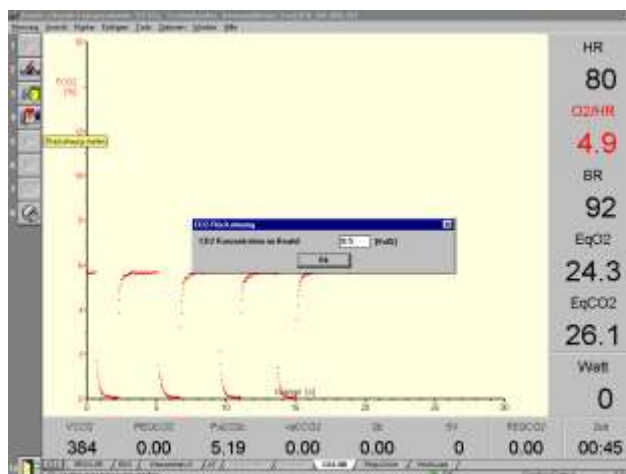


Měření

Program spustíte stejně jako spiroergometrii – ikona „Breath by Breath“ v základním rozhraní. Po kontrole údajů o pacientovi a zvolení požadovaného zátěžového protokolu ještě zkontrolujte, zda je v programu správně zadáno použití masky (CombiTox mask) - liší se velikostí mrtvého prostoru. Po odsouhlasení stisknete F1 (či příslušné tlačítko) a program provede vynulování („Bgnd zeroing“ na dolní liště). Po dokončení nulování se na liště objeví „OK“ a následným stisknutím F1 spustíte měření. Pacient je instruován k pomalému (normálnímu) dýchání. Následným stisknutím tlačítka „Cardiac Output“ (třetí zprava na obrázku) začne přístroj měřit množství CO₂ ve vydechovaném vzduchu a zároveň kompletně vyprázdní vak.



Poté co přístroj vypočte složení plynu, kterým naplní vak, ukáže tuto hodnotu na obrazovce a vyžádá si potvrzení „OK“.



Po naplnění vaku příslušnou směsí plynu lze stisknutím F5 či kliknutím na příslušnou ikonu spustit vlastní test – Oxycon uzavře ventil a začne asi 20 sekund trvající vdechování a vydechování do vaku. Po uplynutí 20 sekund se ventil automaticky otevře a test se tak ukončí. Výsledek je spočítán a zobrazen na obrazovce.

Uložte získaná data pomocí F7 a opusťte „Cardiac Output Measurement“ a vraťte se do původního rozhraní (zátěžový test) pomocí F10. Předčasné ukončení tohoto testu lze provést stisknutím F6.

Před případným opakováním testu je vhodné krátkou chvíli počkat, aby se v krvi pacienta opět ustálila normální tenze CO₂.

Měření spotřeby kyslíku pomocí Douglasových vaků

K měření připravte náustek s připojeným jednocestným ventilem, skřípec na nos, Douglasův vak (po jednom kusu na každý stupeň zátěže) a trubici k propojení vaku s náustkem.

Odstraňte veškerý vzduch z připraveného vaku buď mechanicky, či připojením sání. Po vypuštění veškerého vzduchu uzavřete ventil vaku, ten tak zůstává až do počátku měření vzduchotěsný. Poté pomocí ohebné trubice propojte náustek s vakem. Vyšetřovanému zacpěte nos skřípcem a zkontrolujte, že náustek skutečně perfektně těsní, neboť každý únik působí velké nepřesnosti v měření.

Vyšetřovaného požádáme, aby klidně dýchal asi 60s skrz otevřený systém. Poté otevřeme ventil a vydechovaný plyn se začne jímát do Douglasova vaku. Dobu, po kterou vyšetřovaný dýchá do vaku, přesně měříme a počítáme množství dechů za minutu. Měření je třeba zahájit i ukončit velmi precizně. V klidu trvá přesně 5 minut, při měření v zátěži je doba kratší (1-2 minuty). Je třeba se vyvarovat hyperventilace (zejména při měření v klidu).

Po ukončení měření (uzavřením ventilu vaku) je třeba získanou směs plynů analyzovat připojením vaku k analyzátoru plynů. Analyzátor odsává plyn z vaku nastavenou rychlostí (750 ml/min). Složení plynu ve vaku lze stanovit z malého množství plynu, je ale zásadní toto odebrané množství zaznamenat, aby nebyla zkreslena hodnota celkového objemu vydýchaného plynu.

Objem vydýchaného plynu lze stanovit připojením vaku k flow-metru, skrz který vak pomalu vyprázdníme. K výsledné hodnotě přičteme objem vzorku odebraného k analýze složení plynu.

Po skončení měření otevřete ventil vaku a nechte vyschnout nahromaděnou vlhkost.

Ze získaných údajů – složení vdechovaného vzduchu, složení a objemu vydýchaného plynu lze spočítat spotřebu kyslíku a produkci oxidu uhličitého na dané úrovni zatížení (je-li pro každý stupeň zátěže použit nový vak).

Měříme-li objem vaku ihned po sběru vydechovaného vzduchu, směs plynů je za podmínek BTPS, tedy přibližně 37°C za okolního barometrického tlaku a plně saturováno vodními parami. Z objemu plynu a přesného trvání sběru vypočteme minutovou ventilaci (BTPS). V případě, že vak analyzujeme s odstupem, je třeba změřit teplotu plynu a provést převod objemu plynu na BTPS.

Analýza plynů probíhá po odstranění vodních par chemickým desicantem a ve fyziologickém rozmezí není závislá na teplotě plynu. Pro zjištění spotřeby kyslíku a produkce CO₂ nejprve z tabulek zjistíme procento vodních par plně saturované směsi při teplotě vzorku, pomocí barometrického tlaku vypočítáme parciální tlak vodních par a tento odečteme. Pomocí stavové rovnice plynu převedeme změřené hodnoty na standardní podmínky (STPD), pomocí nichž se vyjadřuje objem O₂ a CO₂ pro účely měření metabolismu.