

Nejlepší výsledky ukázal SCT, při kterém měli pacienti schopní vystoupat 22 m pooperační mortalitu pouze 1 %. Naopak u pacientů, kteří vystoupali méně než 12 m, byla dvakrát vyšší incidence kardiore-spiračních komplikací a mortalita dosahovala 13 % [16]. Tyto testy však již nejsou Českou pneumologickou společností (ČPS) doporučovány, především kvůli jejich nízké senzitivitě a specifitě. Jejich výsledky mohou být zkresleny faktory, jako jsou pohybové poruchy či neurologická onemocnění.

Spiroergometrie

Spiroergometrie je zátěžové vyšetření, které umožňuje zhodnocení kardiopulmonální rezervy. Jak již bylo uvedeno výše, dle současných doporučení je vhodné zátěžové vyšetření provádět v případech, že je hodnota FEV₁ nebo DL_{CO} pod 80 % normální hodnoty [8, 9]. Vlastní vyšetření probíhá nejčastěji na bicyklovém ergometru (alternativně lze použít i běžecský pás nebo rumpál). Standardem je kontinuálně zvyšující se zátěž (např. každých 2–15 sekund) nebo postupné navyšování zátěže o 5–30 W/min do dosažení symptomatického maxima [17].

Vyšetření má 4 fáze:

- Klidová fáze (2–3 minuty): Adaptace dýchání na masku nebo náustek, zahrnující měření kapilárních krevních plynů, EKG a krevního tlaku.
- Fáze bez zátěže („aktivní základní linie“; 2–3 minuty): Šlapání bez přidaného odporu (vnitřní zátěž závisí na vybavení: 0–15 wattů), 55–70 RPM (otáček za minutu). Během této zahřívací fáze se obvykle zdvojnásobí spotřeba kyslíku (VO₂).
- Fáze postupného zatížení (10 ± 2 minuty): 55–70 RPM, postupné zvyšování zátěže.
- Fáze zotavení (fáze zklidnění; 3–5 minut): Šlapání bez zátěže.

Mezi nejčastěji měřené/vypočítané parametry spiroergometrie patří:

- **VO₂** – rozhodující parametr pro predikci rizika dle aktuálních doporučení. Ukazuje funkční kapacitu a spotřebu kyslíku na konci testu. Závisí na úsilí pacienta.
 - VO₂ max: nejvyšší možná hodnota příjmu kyslíku, kterou tělo dokáže využít během maximální fyzické zátěže. Jedná se o fyziologický limit.
 - Vrcholový VO₂ (peak VO₂): popisuje nejvyšší dosaženou hodnotu v průběhu vyšetření, která ale nemusí odpovídat skutečnému fyziologickému maximu daného pacienta (například test se ukončí dřív pro nedostatek motivace při svalové únavě).
- **O₂ pulse (VO₂/HR)** označuje množství kyslíku extrahovaného tkáněmi na jeden srdeční tep. Tento ukazatel poskytuje informace o tepovém objemu (SV) a srdečním výdeji (SV × C(a-v)O₂). **Srdeční frekvence (HR)** je obvykle hlavním faktorem, který omezuje cvičební kapacitu u zdravých jedinců.
- **EqO₂ (V_E/VO₂ – ventilační ekvivalent pro kyslík) a EqCO₂ (V_E/VCO₂ – ventilační ekvivalent pro oxid uhličitý)** ukazují, kolik litrů vzduchu musí být ventilováno, aby byl absorbován 1 litr kyslíku nebo vyloučen 1 litr oxidu uhličitého. Tyto hodnoty odrážejí účinnost výměny plynů. Čím nižší jsou tyto hodnoty, tím efektivnější je výměna plynů.

■ **Sklon křivky V_E/VCO₂ (V_E/VCO₂ slope)** představuje míru účinnosti ventilace (výměny plynů) během submaximální – maximální zátěže. **Tyto informace lze najít i v předchozím parametru** (EqCO₂ ≈ V_E/VCO₂), kde jsou však prezentovány nelineárně a hodnoty nejsou totožné.

■ **P_{ET}CO₂ (hodnota parciálního tlaku oxidu uhličitého na konci výdechu)** – nepřímé měření výměny plynů v plicích a V/Q nepoměru. P_{ET}CO₂ ≠ PaCO₂, v klidu je P_{ET}CO₂ asi o 2 mmHg nižší než PaCO₂, během zátěže je pak asi o 4 mmHg vyšší. Významný pokles P_{ET}CO₂ během zátěže může poukazovat na zhoršený poměr ventilace/perfuze (V/Q mismatch) a/nebo hyperventilaci, významné zvýšení P_{ET}CO₂ během zátěže indikuje alveolární hypoventilaci, např. u těžké CHOPN nebo hypoventilaci spojenou s obezitou či neuromuskulárním onemocněním.

■ **RER (respiratory exchange ratio)** popisuje poměr mezi výdejem CO₂ a příjmem O₂ (VCO₂/VO₂) v závislosti na čase a odráží úsilí pacienta (RER by mělo být alespoň ≥ 1). RER závisí na rychlosti zvyšování hladiny laktátu během progresivní zátěže.

■ **Anaerobní práh (AT)** hodnotí aerobní metabolismus při submaximálních úrovních zátěže. Nízký AT naznačuje zhoršenou dodávku či utilizaci kyslíku. Stanovení AT však není vždy možné, jak bylo prokázáno např. u CHOPN či CHSS, kdy ventilace a/nebo perfuze již nemohou být adekvátně zvýšeny v reakci na rostoucí zátěž. Dalšími důvody mohou být příliš mírný či zátěžový protokol nebo jiné faktory, např. artróza, ICHDKK nebo nedostatečné úsilí pacienta.

Novinky v predikci rizika

V další části článku bychom chtěli zmínit nejdůležitější nové poznatky z recentních studií, které máme k dispozici díky výzkumu na poli předoperačního zhodnocení pacientů před plicní resekci. Jako zásadní se ukazuje změna role vrcholového VO₂ jako hlavního predikčního parametru vzniku pooperačních komplikací a jeho nahrazení ventilační efektivitou (sklonem V_E/VCO₂). Zároveň chceme poukázat na možnost využití klidových parametrů ventilace (klidový P_{ET}CO₂) jako alternativy invazivních postupů u indikovaných pacientů.

Vrcholové VO₂ v predikci pooperačních komplikací

Jak již bylo zmíněno, v doporučeních ERS i ACCP (American college of chest physicians) je stále jako hlavní prognostický parametr uváděn vrcholové VO₂. Nicméně data v posledních letech ukazují, že vrcholové VO₂ má nízkou prediktivní hodnotu pro pooperační plicní komplikace [13, 18, 19]. V prospektivní observační studii, kde bylo zařazeno celkem 225 pacientů podstupujících lobectomii nebo pneumonectomii, nebylo vrcholové VO₂ vůbec asociováno se vznikem pooperačních plicních komplikací [19]. Další z observačních studií zkoumala pacienty s CHOPN podstupujících plicní resekci a přišla ke stejnému závěru – že vrcholové VO₂ je špatným prediktorem PPC [20]. V recentní multicentrické práci, kde bylo zkoumáno 188 pacientů s normálními předoperačními hodnotami funkčních plicních vyšetření, vrcholové VO₂ taktéž nepredikovalo vznik pooperačních plicních komplikací [13]. Navíc bylo prokázáno,