

Spis treści

1. Fizjologiczne podstawy testów wysiłkowych – Karol KAMIŃSKI	1
2. Zasady prowadzenia testów sercowo-płucnych	11
2.1. Warunki wykonywania spiroergometrycznych testów wysiłkowych – Małgorzata KURPESA	11
Wypożyczenie pracowni	11
Personel	13
Bezpieczeństwo badania	14
2.2. Protokoły stosowane przy wykonywaniu CPET – Małgorzata KURPESA	15
2.3. Systemy do analizy gazów oddechowych – Maciej MACHOWSKI	19
Analiza gazów oddechowych	20
Kalibracja sprzętu	23
3. Badanie spirometryczne dla potrzeb sercowo-płucnego testu wysiłkowego – Tomasz PIORUNEK	25
3.1. Wskazania i przeciwwskazania do spirometrii	28
Wskazania do spirometrii	28
Względne przeciwwskazania do spirometrii	29
3.2. Warunki wykonywania spirometrii	30
3.3. Kryteria poprawności badania i powtarzalności pomiarów	31
3.4. Kryteria rozpoznania i oceny zaawansowania zaburzeń wentylacji	33
3.5. Przykłady wyników badań spirometrycznych	35
4. Najważniejsze parametry testu spiroergometrycznego – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ	39
4.1. Parametry wydolności i czynności układu krążenia	40
Zużycie tlenu (VO_2)	42
Eliminacja dwutlenku węgla (VCO_2)	44
Współczynnik wymiany oddechowej (RER)	44
Próg beztlenowy, próg wentylacyjny (AT, VT)	45
Puls tlenowy	46
4.2. Parametry wentylacyjne CPET	46
Rezerwa oddechowa	47
Wentylacja oscylacyjna	47
4.3. Parametry sprawności wymiany gazowej w płucach	47
Wentylacyjny równoważnik dwutlenku węgla i tlenu	48
Wskaźnik sprawności wentylacji podczas wysiłku ($\text{VE}/\text{VCO}_2 \text{ slope}$)	49
Ciśnienie parcjalne CO_2 i O_2 w powietrzu końcowowydechowym ($\text{P}_{\text{ET}}\text{O}_2$ i $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$)	49
4.4. Parametry klasycznego elektrokardiograficznego testu wysiłkowego (ExT) ..	50
5. Interpretacja wyników testu spiroergometrycznego – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ	55
5.1. Wykresy Wassermana	58
5.2. Zużycie tlenu (VO_2)	60
5.3. Puls tlenowy (puls O_2)	62

5.4. Próg beztlenowy, próg wentylacyjny	63
5.5. Wentylacja	65
5.6. Równoważnik wentylacyjny VO_2 i VCO_2	67
5.7. Wskaźnik efektywności wentylacji (VE/VCO_2 slope)	67
5.8. Ciśnienie parcjale tlenu i dwutlenku węgla w powietrzu końcowowydechowym	68
5.9. Rezerwa sercowa	68
5.10. Wskaźnik chronotropowy	70
5.11. Powysiłkowe zwalnianie częstotliwości serca (HRR)	70
5.12. Raport końcowy	71
6. Zastosowanie testu w wybranych sytuacjach klinicznych	73
6.1. Pacjent z niewydolnością serca – Magdalena DUDEK	73
Szczytowe pochłanianie tlenu	75
Współczynnik wymiany oddechowej	77
Submaksymalny test spiroergometryczny	77
Wydajność wentylacji	77
Próg wentylacyjny	78
Ciśnienie końcowowydechowe dwutlenku węgla ($P_{ET}CO_2$)	79
Wentylacja oscylacyjna	79
Wskaźnik wydajności zużycia tlenu (OUES)	80
Wysiłkowa moc wentylacyjna	80
Seryjne testy spiroergometryczne	80
Oszacowanie ryzyka za pomocą testu spiroergometrycznego ograniczonego objawami u pacjenta z HF	82
CPET u pacjenta z HF a choroby współtowarzyszące	82
Podsumowanie	85
6.2. Pacjent z podejrzeniem lub potwierdzoną kardiomiopatią przerostową – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ	89
6.3. Test spiroergometryczny w diagnostyce różnicowej duszności wysiłkowej – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ	92
6.4. Pacjent z podejrzeniem lub potwierdzonym nadciśnieniem płucnym – Jacek MIGAJ	97
Mechanizmy patologiczne	98
Parametry badane podczas sercowo-płucnego testu wysiłkowego	98
Podsumowanie	105
6.5. Sercowo-płucny test wysiłkowy w diagnostyce chorób układu oddechowego – Marcin GRABICKI	107
6.6. Sercowo-płucne testy wysiłkowe w rehabilitacji kardiologicznej – Dominika SZALEWSKA, Piotr NIEDOSZYTKO	115
Wysiłek fizyczny w rehabilitacji kardiologicznej	115
Wykorzystanie CPET w planowaniu wysiłku fizycznego	115
Kwalifikacja do CPET w czasie rehabilitacji kardiologicznej	116
Odrębności w wykonaniu CPET w celach rehabilitacji kardiologicznej	116
Planowanie treningu na podstawie CPET	116
Ocena efektów rehabilitacji kardiologicznej	119
Podsumowanie	120
6.7. Sportowcy wyczynowi – Krzysztof KUSY	121
Cele testu	121
Specyfika procedur testowych	122
Wskaźniki i interpretacja	131

6.8. Sercowo-płucne testy wysiłkowe u dzieci – Katarzyna ŁUCZAK-WOŹNIAK, Bożena WERNER	139
Różnice w przeprowadzaniu sercowo-płucnego testu wysiłkowego pomiędzy pacjentami pediatrycznymi a dorosłymi	140
Wskazania do wykonania sercowo-płucnego testu wysiłkowego u dzieci ..	140
Przygotowanie pacjenta do badania	142
Wybór protokołu	142
Różnice w mierzonych parametrach u pacjentów pediatrycznych i u dorosłych	144
Powikłania testu wysiłkowego	155
Wybrane sytuacje szczególne	155
Podsumowanie	158
6.9. Sercowo-płucny test wysiłkowy z oceną obrazową (spiroergochokardiografia) – Krzysztof SMARŻ	160
Warunki techniczne i oceniane parametry	161
Zastosowanie kliniczne	164
Podsumowanie	168
7. Przypadki kliniczne	173
PRZYPADEK 1. Zdrowy mężczyzna, badanie na cykloergometrze i bieżni – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	173
PRZYPADEK 2. Sportowiec – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	176
PRZYPADEK 3. Zdrowa kobieta – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK ..	178
PRZYPADEK 4. Pacjent z kardiomiopatią alkoholową przed okresem abstynencji i po nim – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	181
PRZYPADEK 5. Pacjent z kardiomiopatią rozstrzeniową przed umiarkowaniem przewlekłego migotania przedsionków i po nim – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	184
PRZYPADEK 6. Pacjent z chorobą nadciśnieniową serca z migotaniem przedsionków – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	188
PRZYPADEK 7. Pacjent z chorobą wieńcową w okresie niewydolności serca – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	190
PRZYPADEK 8. Pacjent z przewlekłą niewydolnością serca i otyłością – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	193
PRZYPADEK 9. Pacjent z przewlekłą niewydolnością serca przed wszczęciem układu do stymulacji resynchronizującej (CRT) i po wszczęciu CRT – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	195
PRZYPADEK 10. Pacjentka z kardiomiopatią rozstrzeniową i POChP – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	199
PRZYPADEK 11. Pacjent z POChP, sarkoidozą i pylicą płuc w okresie nadciśnienia płucnego – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	201

PRZYPADEK 12. Pacjent z POChP i rozedną pęcherzową płuc – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	204
PRZYPADEK 13. Pacjent z mukowiscydozą – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	206
PRZYPADEK 14. Pacjent z kardiomiopatią przerostową – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	208
PRZYPADEK 15. Pacjent z kardiomiopatią przerostową z ponadprzeciętną tolerancją wysiłku – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	210
PRZYPADEK 16. Pacjentka z kardiomiopatią przerostową z nieprawidłową odpowiedzią ciśnienia tętniczego – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ, Hubert POPIAK	213
PRZYPADEK 17. Pacjentka z nadciśnieniem płucnym tętniczym – Karol KAMIŃSKI ...	215
PRZYPADEK 18. Pacjentka z zakrzepowo-zatorowym nadciśnieniem płucnym – Jacek MIGAJ	217
PRZYPADEK 19. Pacjent poddany rehabilitacji kardiologicznej – Dominika SZALEWSKA, Piotr NIEDOSZYTKO	220
PRZYPADEK 20. Pacjent z poprawą wydolności po rehabilitacji kardiologicznej – „responder” (badanie CPET-ESE) – Krzysztof SMARŻ	222
PRZYPADEK 21. Pacjent bez poprawy wydolności po rehabilitacji kardiologicznej – „non-responder” (badanie CPET-ESE) – Krzysztof SMARŻ	226
PRZYPADEK 22. Przewlekła niewydolność serca – ocena spiroergometryczna leczenia zgodnego z zaleceniami 2016/2021 – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ	229
PRZYPADEK 23. Przewlekła niewydolność serca z poprawą frakcji wyrzutowej – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ	233
PRZYPADEK 24. Ocena spiroergometryczna pacjenta z zaawansowaną niewydolnością serca przed przeszczepieniem serca i po przeszczepieniu – Magdalena DUDEK, Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ	236
PRZYPADEK 25. Mężczyzna po COVID-19 – Ewa STRABURZYŃSKA-MIGAJ	240
Sportowcy wyczynowi – wprowadzenie do przypadków 26–34 – Krzysztof KUSY	242
PRZYPADEK 26. Kobieta uprawiająca kajakarstwo – Krzysztof KUSY	243
PRZYPADEK 27. Mężczyzna uprawiający boks amatorski – Krzysztof KUSY	245
PRZYPADEK 28. Kobieta uprawiająca triathlon – Krzysztof KUSY	247
PRZYPADEK 29. Mężczyzna uprawiający kolarstwo – Krzysztof KUSY	249

