

Nazwa Wydziału	Wydział Wychowania Fizycznego		
Nazwa jednostki prowadzącej moduł	Zakład Biochemii, Katedra Nauk Fizjologiczno-Medycznych		
Nazwa modułu kształcenia	Biochemia		
Forma studiów	stacjonarne / niestacjonarne studia I stopnia		
Rok studiów	1		
Semestr	2		
Efekty kształcenia dla modułu kształcenia	Przedstaw w postaci symboli	Dla kierunku studiów	Dla obszaru kształcenia
	Wiedza	K_W02	M1_W02
	Umiejętności	K_U06 K_U21	M1_U08 M1_U06
	Kompetencje społeczne	K_K03	M1_K01
Efekty kształcenia dla modułu kształcenia	<p>Wiedza</p> <p>W1. Wyjaśnia podstawowe zasady funkcjonowania szlaków metabolicznych umożliwiających zaspokojenie potrzeb energetycznych organizmu człowieka w warunkach spoczynku i podczas pracy fizycznej o różnym czasie trwania i intensywności.</p> <p>W2. Opisuje podstawowe zasady funkcjonowania szlaków metabolicznych umożliwiających odbudowę podstawowych substratów energetycznych (węglowodany, tłuszcze, białka).</p> <p>Umiejętności</p> <p>U1. Potrafi wykonać raport z prowadzonych zajęć praktycznych.</p> <p>U2. Potrafi samodzielnie uzupełniać i doskonalić nabytą wiedzę i umiejętności z wykorzystaniem wskazanych źródeł informacyjnych.</p> <p>Kompetencje społeczne</p> <p>K1. Rozumie potrzebę ciągłego rozszerzania swoich kompetencji poprzez ciągłe dokształcanie zawodowe.</p>		
Treści modułu kształcenia	<p>Wykład</p> <p><i>Metabolizm-podstawowe pojęcia</i></p> <p>1. Utlenienie biologiczne jako proces dwuetapowy, ATP jako uniwersalny nośnik energii, reakcje utlenienia i redukcji, przemiany kataboliczne i anaboliczne</p> <p><i>Aminokwasy, białka i ich metabolizm</i></p> <p>1. Aminokwasy, wzór ogólny i charakterystyczne grupy. Wiązanie peptydowe. Białka, ich struktura. Białka pokarmowe jako źródło aminokwasów. Aminokwasy endo i egzogenne. Hydroliza białek w przewodzie pokarmowym człowieka. Przemiany aminokwasów. Przemiana azotu amonowego w mocznik. Bilans azotowy. Charakterystyka białek pod względem ich wartości biologicznej.</p> <p>2. Pojęcie pH, wartości pH komórki mięśniowej i krwi w warunkach spoczynku, oraz po wysiłku. Bufory krwi. Równowaga kwasowo-zasadowa. Obrona ustroju przed zakwaszeniem.</p> <p>3. Budowa hemoglobiny i mioglobiny, ich rola w zaopatrzeniu tkanek w tlen, krzywa dysocjacji oksyhemoglobiny i mioglobiny. Transport CO₂ do płuc. Efekt Bohra. Karbamylohemoglobina i karboksyhemoglobina. Wpływ pH na krzywą dysocjacji oksyhemoglobiny. Anemia sierpowata.</p> <p>4. Podstawowe pojęcia przyjęte w enzymologii. Klasyfikacja enzymów. Mechanizm działania enzymów. Kinetyka reakcji enzymatycznej Michaelisa-Menten. Wpływ temperatury i pH na aktywność enzymatyczną. Witaminy</p>		

jako koenzymy. Enzymy regulatorowe.

Cukry i ich metabolizm

1. Cukry. Budowa glukozy, laktozy, sacharozy, maltozy, skrobi i glikogenu. Hydroliza wielocukrów i dwucukrów w przewodzie pokarmowym człowieka. Rola insuliny w transporcie glukozy do komórek mięśniowych.
2. Glikogenoliza wątrobowa i poszczególne etapy tego procesu. Fosforoliza glikogenu. Wątroba jako magazyn glukozy wyrzucanej do krwiobiegu w trakcie wysiłku.
3. Glikoliza w warunkach beztlenowych. Fosforylacje substratowe towarzyszące tej przemianie. Tworzenie się NADH w trakcie przemiany cukrów w kwas pirogronowy w cytoplazmie komórki mięśniowej. Kwas 1,3-dwufosfoglicerynowy i kwas fosfoenolopirogronowy jako związki wysokoenergetyczne - ich rola biologiczna.
4. Glikoliza w warunkach tlenowych. Przemiana pirogronianu w acetylo-CoA. Enzymy i koenzymy tej reakcji. Rola TPP w tym procesie.
5. Utlenienie acetylo-CoA w cyklu Krebsa. Cykl Krebsa jako źródło wodorów dostarczanych na łańcuch oddechowy. Transport tlenu do mitochondrium. Reakcje cyklu Krebsa uwalniające CO₂.
6. Łańcuch oddechowy. Udział łańcucha oddechowego jako akceptora wodorów w poszczególnych etapach utleniania glukozy. Czynniki rozprzegające fosforylację oksydacyjną. Stres oksydacyjny indukowany nasilonym metabolizmem tlenowym.
7. Konieczność reoksydacji NADH i rola układów przenoszących wodory do mitochondrium. Układ przenoszący jabłczanowo-asparaginowy i fosfoglicerolowy. Bilanse energetyczne całkowitego utlenienia glukozy w zależności od rodzaju czynnego układu przenoszącego. Bilans energetyczny utlenienia cząsteczki glukozy do CO₂ i H₂O. Reakcje katalizowane przez dehydrogenazy w trakcie tej przemiany.
8. Glikogenoliza i glukoneogeneza. Cykl Cori. Substraty zużywane przez wątrobę w procesie glukoneogenezy. Reakcje syntezy glikogenu z glukozy w mięśniach i wątrobie. Zabuzenia metabolizmu węglowodanów.
9. Cykl pentozowy i jego znaczenie w metabolizmie.

Tłuszcze i ich metabolizm

1. Tłuszcze właściwe, ich struktura i własności fizyczne. Kwasy tłuszczowe: stearynowy, palmitynowy, mirystynowy i ich aktywne formy acylo-CoA.
2. Magazynowanie tłuszczów. Trawienie tłuszczów-enzymy trawienne. Uruchamianie tłuszczów endogennych w czasie wysiłku. Lipoliza w komórce tłuszczowej i wyrzucanie wolnych kwasów tłuszczowych (FFA) i glicerolu do krwi.
3. Cholesterol, lipidy i lipoproteiny krwi, ich funkcja w transporcie kwasów tłuszczowych oraz ich diagnostyczne znaczenie w chorobach wywołanych miażdżycą. Prewencyjne i lecznicze działanie wysiłku fizycznego.
4. Aktywacja kwasów tłuszczowych w cytoplazmie komórki mięśniowej. Dwa źródła kwasów tłuszczowych: lipoliza tłuszczów w komórce tłuszczowej oraz lipoliza tłuszczów wewnątrz-mięśniowych. Wejście Acylo-CoA do mitochondrium- rola karnityny. β - oksydacja kwasów tłuszczowych jako proces dostarczający acetylo-CoA do cyklu Krebsa oraz pary wodorów na łańcuch oddechowy. Ciała ketonowe i ich powstawanie w wysiłku i cukrzycy.
5. Bilanse energetyczne β -oksydacji. Synteza ATP i zużycie tlenu przez łańcuch oddechowy w trakcie przebiegu tego procesu.

Metabolizm wysiłkowy

1. Fosforany wysokoenergetyczne i ich pula komórkowa. Bioenergetyka skurczu mięśnia. Układ białek mięśnia szkieletowego w skurczu i rozkurczu. ATP jako bezpośrednie źródło energii do pracy mięśnia. Hydroliza ATP i regulacja tego procesu poprzez zmiany stężeń jonów wapnia. Resynteza ATP jako warunek kontynuacji pracy mięśnia. Fosfokreatyna jako rezerwa wiązań wysokoenergetycznych. Synteza kreatyny i jej przemiana w kreatyninę. Przemiana kreatyny w fosfokreatynę.
2. Mechanizmy resyntezy ATP pozwalające na kontynuowanie pracy. *System 1*-resynteza ATP z fosfokreatyny, *system 2*-resynteza ATP przy udziale kinazy adenylanowej, *system 3* - beztlenowy glikolityczno-mleczanowy, *system 4* -

mitochondrialny (tlenowy) układ resyntezy ATP. Podział wysiłków na tlenowe i beztlenowe w zależności od zaangażowania poszczególnych systemów resyntezy ATP. Zaangażowanie poszczególnych systemów resyntezy ATP w zależności od intensywności i czasu wykonywania pracy. Wyrażenie intensywności pracy jako % zaangażowania pułapu tlenowego ($VO_2 \text{ max}$). Pojęcie pułapu tlenowego. Klasyfikacja intensywności wysiłku fizycznego.

3. Dyscypliny sportowe wykorzystujące ATP i fosfokreatynę jako główne źródło energii. Zmiany w poziomie ATP i fosfokreatyny w mięśniach w zależności od rodzaju i intensywności wysiłku. Różnice w powysiłkowych poziomach ATP i fosfokreatyny w mięśniach osób zaadaptowanych i nie zaadaptowanych do wysiłku.
4. Biochemiczne podstawy adaptacji do treningu o charakterze beztlenowym. Zmiana aktywności enzymów cyklu Krebsa i łańcucha oddechowego w wyniku treningu wytrzymałościowego. Konsekwencje metaboliczne tego zjawiska.

Ćwiczenia

1. *Repetitorium* wybranych zagadnień z chemii nieorganicznej (stężenia roztworów, dysocjacja, iloczyn jonowy wody, pH, kwasy, zasady, sole, roztwory buforowe, indykatory pH, reakcje red-ox.) i z chemii organicznej (węglowodory, alkohole, aldehydy, ketony, kwasy organiczne, estry, aminy -grupy funkcyjne, własności fizyczne i chemiczne tych związków, rodzaje izomerii).

2. *Własności aminokwasów i białek* - własności fizykochemiczne tych związków, metabolizm białek i aminokwasów, cykl mocznikowy. *Część praktyczna*: reakcje charakterystyczne aminokwasów i białek. Oznaczanie punktu izoelektrycznego białek.

3. *Enzymy i witaminy* - budowa i funkcja enzymów, rola witamin w aktywności białek enzymatycznych, zasady klasyfikacji enzymów, kinetyka reakcji enzymatycznych, enzymy regulatorowe. *Część praktyczna* - śledzenie reakcji enzymatycznych z udziałem enzymów trawiennych (amylaza ślinowa) oraz oksydoreduktaz (katalaza), oznaczanie witaminy C.

4. *Cukry proste i złożone* - budowa, własności cukrów, hydroliza wielocukrów w przewodzie pokarmowym, fosforoliza glikogenu. *Część praktyczna* - reakcje charakterystyczne cukrów prostych i złożonych,

5. *Metabolizm cukrów* - Glikoliza w warunkach beztlenowych i tlenowych, fosforylacje substratowe towarzyszące tej przemianie, bilans energetyczny glikolizy w warunkach beztlenowych, tlenowa przemiana pirogronianu, cykl Krebsa i łańcuch oddechowy, układy transportujące NADH z cytoplazmy do mitochondrium, bilans energetyczny glikolizy w warunkach tlenowych. Glukoneogeneza, cykl Cori. *Część praktyczna* - oznaczanie mleczanu i glukozy w osoczu krwi.

6. *Sprawdzian pisemny* (z zakresu objętego ćwiczeniami 1 do 4, plus beztlenowa przemiana glukozy).

7. *Tłuszcze i ich metabolizm* - własności fizyczne i chemiczne tłuszczów, trawienie tłuszczów, metabolizm tłuszczów, β -oksydacja kwasów tłuszczowych, biosynteza kwasów tłuszczowych, ciała ketonowe. *Część praktyczna*: wykrywanie glicerolu, reakcje charakterystyczne tłuszczów nienasyconych, wykrywanie cholesterolu, własności kwasów żółciowych

8. *Hormony* - ich podział pod względem budowy chemicznej. Mechanizm hormonalnego oddziaływania glukagonu i hormonów katecholowych na metabolizm glikogenu, cykliczny AMP i jego rola w regulacji hormonalnej. Mechanizm działania hormonów steroidowych. Mechanizm działania insuliny.

9. *Metabolizm wysiłkowy cz.I* - Fosforany wysokoenergetyczne i ich pula komórkowa. Bioenergetyka skurczu mięśnia. Układ białek mięśnia szkieletowego w skurczu i rozkurczu. ATP jako bezpośrednie źródło energii do pracy mięśnia. Hydroliza ATP i regulacja tego procesu poprzez zmiany stężeń jonów wapnia. Mechanizmy resyntezy ATP pozwalające na kontynuowanie pracy. Zaangażowanie poszczególnych systemów resyntezy ATP w zależności od intensywności pracy. Wyrażenie intensywności pracy jako % zaangażowania pułapu tlenowego ($VO_2 \text{ max}$). Pojęcie pułapu tlenowego. Klasyfikacja

	<p>intensywności wysiłku fizycznego: max oraz % udziału włókien ST i FT w ogólnej masie mięśniowej. <i>Część praktyczna</i> - wykrywanie kreatyniny oraz białka, cukru i ciał ketonowych w moczu.</p> <p>10. <i>Metabolizm wysiłkowy cz.II</i> - Biochemiczne podstawy adaptacji do treningu o charakterze beztlenowym i wytrzymałościowym. Zmiany metaboliczne wywołane w wyniku treningu wytrzymałościowego. Udział utleniania poszczególnych substratów energetycznych jako pośredniego źródła energii w warunkach spoczynku oraz przy pracy o różnych intensywnościach.</p> <p>11. <i>Integracja metabolizmu</i> - Regulacja glikolizy w mięśniu szkieletowym na poziomie fosfofruktokinazy. Losy pirogronianu w mięśniu i regulacja aktywności dehydrogenazy pirogronianowej. Utylizacja mleczanu. Mitochondrialny transport ATP, ADP, Pi. Regulacja metabolizmu cukrów i kwasów tłuszczowych w mięśniu szkieletowym (cykl Randle'a glukoza-kwasy tłuszczowe, recykling kwasów tłuszczowych). Udział aminokwasów w glukoneogenezie.</p> <p>12. <i>Sprawdzian pisemny (test otwarty)</i></p> <p>13. <i>Ćwiczenie dodatkowe</i> - odrabianie zaległych ćwiczeń, zaliczenie ćwiczeń.</p>
Stosowane metody dydaktyczne	<p><i>Metody podające</i>- wykład informacyjny w formie prezentacji multimedialnej</p> <p><i>Nauczanie problemowe</i>- metody aktywizujące-wykonanie testów laboratoryjnych dla wykazania własności chemicznych oraz dyskusja dotycząca zagadnień merytorycznych dotyczących przemian metabolicznych omawianych metabolitów</p>
Metody sprawdzania i kryteria oceny efektów kształcenia uzyskanych przez studentów	<p><i>Metody kształcące</i> – sprawdzanie wiedzy dotyczącej omawianych zagadnień w trakcie zajęć połączone z informowaniem studenta, co powinien poprawić, czego powinien się jeszcze nauczyć, konsultacje indywidualne lub grupowe poświęcone wyjaśnieniu problemowych zagadnień zgłaszanych przez studenta.</p> <p><i>Praca własna</i>-studiowanie wskazanych materiałów źródłowych (podręczniki, skrypty, strona internetowa Zakładu „Materiały dydaktyczne”)</p> <p><i>Metody podsumowujące</i>- testy pisemne (pytania otwarte lub test z wyboru) z zakresu treści przedstawianych na wykładach i diskutowanych na ćwiczeniach w pierwszej (kurs 1), a następnie w drugiej połowie semestru (kurs 2).</p> <p>Kryteria oceny efektów kształcenia na ocenę dst:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ma elementarną wiedzę z zakresu bioenergetyki komórki • zna podstawowe teorie dotyczące funkcjonowania głównych szlaków metabolicznych w warunkach spoczynku i podczas wysiłku o różnym czasie trwania i intensywności • zna podstawowe mechanizmy regulacji przemian metabolicznych w organizmie.
Forma i warunki zaliczenia modułu, w tym zasady dopuszczenia do egzaminu, zaliczenia, a także forma i warunki zaliczenia poszczególnych zajęć wchodzących w zakres danego modułu	<p>Student zobowiązany jest do obecności na wszystkich zajęciach ćwiczeniowych, obecność na tych zajęciach jest kontrolowana. Warunkiem uzyskania zaliczenia z ćwiczeń jest wykazanie się znajomością wszystkich zagadnień teoretycznych omawianych na wykładach i ćwiczeniach.</p> <p><i>Zaliczenie ćwiczeń</i> na ocenę dokonywane jest na podstawie wyników testu pisemnego (test otwarty lub test z wyboru) i przygotowanie raportu pisemnego z przeprowadzonych zajęć laboratoryjnych. Warunkiem uzyskania oceny pozytywnej jest udzielenie poprawnych odpowiedzi na co najmniej 60% pytań. Oceny cząstkowe uzyskane w trakcie zajęć na podstawie stopnia zaangażowania w prowadzoną dyskusję merytoryczną podczas zajęć mogą być doliczane do oceny uzyskanej z testu i uwzględniane w ostatecznej ocenie.</p> <p><i>Zaliczenie przedmiotu</i> dokonuje się na podstawie wyników testu egzaminacyjnego: a. test z wyboru, 40 pytań- 4 dystryktory dla każdego pytania, czas trwania egzaminu: 40 minut lub b. test otwarty; obowiązują treści realizowane na wykładach i ćwiczeniach. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu końcowego jest uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń. Uzyskanie oceny pozytywnej z egzaminu wymaga udzielenia poprawnych odpowiedzi na 21 z 40 pytań. Studenci, którzy uzyskali wynik niedostateczny w I terminie, mogą przystąpić do egzaminu w II terminie (poprawkowym). Obie oceny (niedostateczna w I terminie i pozytywna w II terminie) są wpisywane do systemu USOS. Studenci, którzy nie zgłosili się do egzaminu w I terminie z powodu choroby (zwolnienie lekarskie), przystępują do egzaminu w II terminie, przy czym ocena ta wpisywana jest im do systemu USOS jako uzyskana w I terminie. Osoby studiujące w ramach IOS mogą przystąpić do egzaminu w terminie (wcześniejszym lub późniejszym) uzgodnionym indywidualnie z egzaminatorem.</p>

	<p>Studenci, którzy uzyskali zaliczenie z ćwiczeń na ocenę bardzo dobrą, mogą przystąpić do egzaminu w terminie wcześniejszym (zerowym) uzgodnionym z egzaminatorem.</p> <p>Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest opanowanie podstawowych zasad funkcjonowania szlaków metabolicznych umożliwiających zaspokojenie potrzeb energetycznych organizmu człowieka w warunkach spoczynku i podczas wysiłku fizycznego.</p> <p>Ocena bardzo dobra: student posiada pogłębioną wiedzę wymienioną w efektach kształcenia i wykazał się dużym zaangażowaniem na ćwiczeniach.</p> <p>Ocena dobra: student opanował wszystkie zagadnienia teoretyczne, jednak ma pewne trudności z ich interpretacją, uczęszczał na ćwiczenia wykazując w nich średnie zaangażowanie.</p> <p>Ocena dostateczna: student opanował wiadomości teoretyczne w stopniu podstawowym, jednak nadal posiada znaczne luki w ich pogłębionej interpretacji, w zajęciach wykazał się małym zaangażowaniem.</p>
Sposób realizacji	zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego i studentów
Język kształcenia	polski
Typ modułu kształcenia (obowiązkowy/fakultatywny)	obowiązkowy
Wymagania wstępne i dodatkowe	znajomość podstawowych pojęć z chemii i biologii na poziomie szkoły średniej
Rodzaj i liczba godzin zajęć dydaktycznych wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego i studentów, gdy w danym module przewidziane są takie zajęcia	<p>stacjonarne Wykład: 26 godzin Ćwiczenia: 26 godzin ŁĄCZNIE: 52 godziny</p> <p>niestacjonarne Wykład: 13 godzin Ćwiczenia: 13 godzin ŁĄCZNIE: 26 godzin</p>
Liczba punktów ECTS przypisana modułowi	4
Bilans punktów ECTS	<p>stacjonarne Udział w wykładach- 26 godz. Udział w ćwiczeniach- 26 godz. Przygotowanie do ćwiczeń: 26 godz. Przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego i egzaminu: 20 godz. Udział w konsultacjach: 6 godz. Sumaryczne obciążenie pracą studenta=104 godziny. Punkty ECTS 4.</p> <p>niestacjonarne Udział w wykładach – 13 godz. Udział w ćwiczeniach – 13 godz. Przygotowanie do ćwiczeń: 26 godz. Przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego : 26 godz. Przygotowanie do egzaminu: 13 godz. Udział w konsultacjach: 13 godz. Sumaryczne obciążenie pracą studenta=104 godziny. Punkty ECTS 4.</p>
Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej, obowiązującej do zaliczenia danego modułu	<p>Literatura podstawowa:</p> <ol style="list-style-type: none"> Murray R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwell V.W. „Biochemia Harpera”, PZWL Biochemia: Krótki kurs: J.L. Tymoczko, J.M. Berg, L. Stryer- PWN 2013, wyd. 1 Borkowski J. „Bioenergetyka i biochemia tlenowego wysiłku fizycznego”, AWF Wrocław, 2003 Stryer L. "Biochemia"- Wydawnictwo Naukowe PWN

	<p>5. Hames B.D. Biochemia. Krótkie wykłady. PWN, 2006</p> <p>Literatura uzupełniająca:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Houston M.E. „Biochemistry primer for exercise sciences” , Human Kinetics, 1995 (w czytelni) 2. THE Medical Biochemistry Page; dostępna na stronie: http://themedicalbiochemistrypage.org/ 3. Biochemistry of metabolism, dostępna na stronie: http://www.rpi.edu/dept/bcbp/molbiochem/MBWeb/mb1/MB1index.html
Wymiar, zasady i forma odbywania praktyk, w przypadku, gdy program kształcenia przewiduje praktyki	

Forma oceny efektów kształcenia

Efekty kształcenia	Forma oceny			
	Pisemne testy podsumowujące	Raporty z badań laboratoryjnych		
W1, W2	X			
U1		X		
K1				