

**Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku**

**SYLABUS w cyklu kształcenia 2015-2017**

<b>Jednostka Organizacyjna:</b>	<b>Wydział Wychowania Fizycznego</b>	<b>kierunek:</b>	Fizjoterapia
<b>Rodzaj studiów i profil (I stopień/II stopień, ogólnie akademicki/praktyczny):</b>	I stopień praktyczny	<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>FISNno03</b>

<b>Nazwa przedmiotu:</b>	<b>Biochemia</b>						
--------------------------	------------------	--	--	--	--	--	--

Tryb studiów	Rok	Semestr	Rodzaj zajęć	Liczba godzin	Punkty ECTS	Typ przedmiotu	Język wykładowy
Stacjonarne	I	I	wyklady	15	4	obligatoryjny	Polski
			ćwiczenia	30			

**Nauczyciel(-e) odpowiedzialny(-i) za przedmiot:**  
**dr hab. Jan J Kaczor**

**e-mail:** [kaczor@awf.gda.pl](mailto:kaczor@awf.gda.pl)

**Wymagania wstępne:**

Wiedza ogólna z biologii i chemii na poziomie licealnym.

**Cele przedmiotu:**

Głównym celem nauczania biochemii jest podniesienie stanu wiedzy studentów do tego poziomu, który umożliwi im nabycie: a) umiejętności posługiwania się ćwiczeniami fizycznymi jako czynnikiem wywołującym pożądane, ściśle określone zmiany adaptacyjne w organizmie i b) wiedzy i umiejętności do kształtowania, podtrzymywania i przywracania sprawności i wydolności osób w różnym wieku, utraconej lub obniżonej wskutek braku aktywności fizycznej (starzenia się) oraz różnych chorób bądź urazów.

**Opis efektów kształcenia dla przedmiotu oraz ich powiązanie z efektami kształcenia dla kierunku:**

<i>WIEDZA</i>		
W1	Zna i rozumie podstawy budowy, funkcjonowania i czynności organizmu ludzkiego oraz podstawowe procesy zachodzące w organizmie człowieka w ontogenezie.	K_W01
W2	Zna podstawowe funkcje organizmu w tym także występujące podczas wysiłku fizycznego oraz negatywne i pozytywne skutki tego wysiłku.	K_W02, K_W19

W3	Zna i rozumie fizjologiczne podstawy procesów zmęczenia i wypoczynku. Rozumie warunki utrzymywania homeostazy oraz procesy adaptacji wysiłkowej. Zna genetyczne, somatyczne i środowiskowe uwarunkowania motoryczności oraz jej podstawowe koncepcje i metody pomiaru.	K_W03
<b>UMIĘTNOŚCI</b>		
U1	Potrafi wyjaśnić i interpretować zmiany metabolizmu pod wpływem wysiłków o różnej intensywności i czasie trwania wykorzystując pomiary wybranych parametrów biochemicznych.	K_U17, K_U21
U2	Potrafi interpretować wysiłkowe czynności organizmu występujące w różnych grupach wiekowych.	
U3	Umie stosować podstawowe zasady treningu zdrowotnego w różnych etapach rozwoju osobniczego.	
U4	Potrafi wytłumaczyć wpływ czynników genetycznych, somatycznych i środowiskowych na rozwój cech motorycznych.	
<b>KOMPETENCJE</b>		
K1	Propaguje aktywność ruchową w różnych grupach wiekowych.	K_K16
K2	Potrafi samodzielnie rozwiązywać zadania organizacyjne o charakterze praktycznym w zakresie treningu zdrowotnego.	K_K06
<b>Kryteria i metody oceny osiągniętych efektów kształcenia:</b>		
<b>Zaliczenie z oceną na podstawie ocen cząstkowych z kolokwium semestralnych</b>		
<b>Egzamin pisemny.....</b>		
<b>Aby uzyskać zaliczenie przedmiotu na ocenę dostateczną student musi osiągnąć wszystkie wymienione w sylabusie efekty kształcenia</b>		
<b>Metody i formy realizacji przedmiotu:</b>		
<b>Wykłady z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne</b>		
<b>Treści kształcenia:</b>		
<i>Wykłady semestr I:</i>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Układ białek mięśnia szkieletowego w skurczu i rozkurczu. ATP jako bezpośrednie źródło energii do pracy mięśnia. Resynteza ATP jako warunek kontynuacji pracy mięśnia. Hydroliza ATP i regulacja tego procesu przez zmiany stężeń wapnia. Mechanizmy resyntezy ATP pozwalające na kontynuowanie pracy. Synteza kreatyny i fosfokreatyny. Różnice w powysiłkowych poziomach ATP i fosfokreatyny w mięśniach ludzi. Pojęcie związków wysokoenergetycznych i ich podział w zależności od budowy. Kwas 1,3 difosfoglicerynowy i kwas fosfoenolopirogronowy jako związki wysokoenergetyczne. Rola biologiczna związków wysokoenergetycznych.</li> <li>2. Podstawowa przemiana materii. Wzrost przemiany energii w wyniku pracy fizycznej. Współczynnik RQ jako wskaźnik utleniania różnych substratów, wartość kaloryczna litra tlenu w zależności od RQ. Podział wysiłków na tlenowe i beztlenowe. Pojęcie pułapu tlenowego (VO<sub>2</sub> max) i metody jego wyznaczania. Wyrażanie intensywności pracy jako % zaangażowania pułapu tlenowego. Podział wysiłku fizycznego na cztery intensywności. Udział poszczególnych systemów resyntezy ATP w wysiłkach o powyższych intensywnościach. Przyczyny przerywania pracy w tych intensywnościach. Zaangażowanie poszczególnych systemów resyntezy ATP w</li> </ol>		

zależności od intensywności wykonywanej pracy.

3. Tłuszcze właściwe i ich budowa. Kwasy tłuszczowe i ich formy aktywne. Magazynowanie tłuszczów. Uruchamianie tłuszczów w czasie wysiłku. Nieaktywna forma lipazy i jej przekształcenie w formę aktywną, rola cAMP w tym procesie. Lipoliza. Cholesterol, lipidy i lipoproteiny krwi, oraz ich diagnostyczne znaczenie w chorobach. Adaptacja mięśnia do wysiłku wytrzymałościowego. Dane z biopsji mięśniowych człowieka. Korelacja zmian w wartościach  $VO_{2max}$  ze wzrostem ilości mitochondriów i enzymów oddechowych. Oddychanie tkankowe.
4. Mitochondria i ich budowa. Łańcuch oddechowy i jego lokalizacja. Synteza  $H_2O$  na łańcuchu oddechowym i towarzysząca temu resynteza ATP z ADP i fosforanu. Oksydacyjna fosforylacja.
5. Cykl Krebsa jako źródło wodorów dostarczanych na łańcuch oddechowy. Transport tlenu do mitochondrium. Reakcje cyklu Krebsa uwalniające dwutlenek węgla ( $CO_2$ ). Transport  $CO_2$  do płuc. Zmiany w aktywności enzymów cyklu Krebsa i łańcucha oddechowego w wyniku treningu. Konsekwencje metaboliczne tego zjawiska.
6. Reakcje syntezy glikogenu z glukozy w mięśniach i wątrobie. Regulacja przebiegu tego ciągu metabolicznego na poziomie syntazy glikogenu. Czynna i nieaktywna forma tego enzymu. Wpływ zgromadzonego w komórce mięśniowej glikogenu na ten proces. Glikogenoliza wątrobowa i poszczególne etapy tego procesu. Aktywna i nieaktywna forma fosforylasy glikogenu. Mechanizmy zabezpieczające przejście formy nieaktywnej tego enzymu w formę aktywną. Udział cAMP i kinazy białkowej w aktywacji fosforylasy glikogenu. Rola adrenaliny w tym procesie.
7. Metabolizm cukrów w spoczynku i pracy o intensywności I i II. Pojęcie "tlenowej przemiany cukrów" i jej etapy. Przemiana glikogenu mięśniowego lub glukozy krwi do kwasu pirogronowego. Fosforylacje substratowe towarzyszące tej przemianie. Tworzenie się NADH i możliwość jego utlenienia poprzez przeniesienie wodorów do mitochondrium. Układ przenoszący jabłczanowo-asparaginianowy. Przemiana pirogronianu w acetyloCoA-reakcja oksydacyjnej dekarboksylacji pirogronianu. Utlenianie acetyloCoA w cyklu Krebsa. Enzym i koenzymy. Rola TPP. Bilans energetyczny utlenienia cząsteczki glukozy do  $CO_2$  i  $H_2O$ . Reakcje katalizowane przez dehydrogenazy w trakcie tej przemiany, udział łańcucha oddechowego jako akceptora wodorów.
8. Metabolizm cukrów w mięśniu w trakcie wysiłku o intensywności III. Pojęcia: AT i kwasica metaboliczna. Wartości pH komórki mięśniowej i krwi w warunkach spoczynku, oraz po pracy w intensywności III. Wartości BE krwi przed i po pracy. Bufory krwi. Rola  $NaHCO_3$  jako rezerwy alkalicznej. Substraty zużywane przez wątrobę w procesie glukoneogenezy. Metabolizm glikogenu mięśniowego i glukozy krwi w trakcie wysiłku o intensywności III. Zmiany poziomów tych związków. Cykle: glukozowo-mleczanowy i glukozowo-alaninowy. Glukoneogeneza wątrobowa. Reakcje charakterystyczne dla glukoneogenezy. Synteza glukozy z glicerolu. Metabolizm mleczanu w warunkach wypoczynku po pracy. Możliwość utlenienia mleczanu do  $CO_2$  i  $H_2O$  przez serce i mięśnie w trakcie pracy i po pracy.
9. Dwuelektronowe i jednoelektronowe reakcje redukcji tlenu do wody. Konsekwencje metaboliczne reakcji jednoelektronowych: tworzenie wolnych rodników. Zjawiska patologiczne wywołane nadprodukcją wolnych rodników. Systemy komórkowe generujące wolne rodniki i wzrost ich aktywności w różnych warunkach. Systemy komórkowe czynne przy usuwaniu wolnych rodników, enzymy i zmiatacze. SOD, katalaza, peroksydaza GSH. Glutation, witamina E i C, polifenole.
10. Wolnorodnikowe mechanizmy uszkodzenia tkanek w patologii i wysiłku fizycznym. Dowody na współdziałanie wolnych rodników w toksycznym działaniu palenia tytoniu na organizm. Toksyczność alkoholu etylowego a peroksydacja lipidów mitochondrialnych. Cykl purynowy i reakcja Mozołowskiego uwalniania  $NH_3$  z AMP. Możliwość monitorowania intensywności wysiłku poprzez uwalnianie  $NH_3$ .
11. Białka. Okresy półtrwania podstawowych białek ustrojowych. Aminokwasy jako substraty translacji. Zależność struktury I-rzędowej białka od kolejności rybonukleotydów w mRNA. Rola tRNA w procesie translacji. Powstawanie mRNA - transkrypcja. Enzym, substraty, produkty procesu transkrypcji. Rola DNA w procesie transkrypcji. Pojęcie ekspresji genu.
12. Indukcja i represja biosyntezy białek ezymatycznych mięśnia pod wpływem chronicznego drażnienia mięśnia bodźcami elektrycznymi o określonej częstotliwości. Czasowa zależność pomiędzy efektem na transkrypcję a pojawieniem się zmian w ilości poszczególnych białek. Podobieństwo pomiędzy efektami treningu sportowego i wynikami uzyskanymi na drodze chronicznej elektrostymulacji.
13. Charakterystyka zmian metabolicznych zachodzących w ustroju dorosłego człowieka w wyniku treningu. Zmiany zachodzące w mięśniu w wyniku roztrenowania. Zmiany w ekspresji genów i aktywności enzymów w mięśniach kończyn unieruchomionych. Wpływ starzenia się na wydolność wysiłkową organizmu. Zmiany wartości  $VO_2 max$  wraz z wiekiem. Wpływ aktywności fizycznej na zmiany  $VO_2 max$  wywołane starzeniem. Koncepcja udziału wolnych rodników w zjawisku starzenia. Zmiany aktywności enzymów antyoksydacyjnych wraz z wiekiem w mięśniach trenowanych i nietrenowanych.

14. Charakterystyka chorób z zaburzeniami nerwowo-mięśniowymi (neurodegeneracyjnych mięśnia): Duchenne'a (DMD) –dystrofia mięśniowa, stwardnienie boczne rozsiane (ALS), McArdle-brak fosforylasy glikogenu i inne. Uszkodzenia mięśniowe a stres oksydacyjny, kompensacyjny, ale niewystarczający wzrost aktywności enzymów obrony antyoksydacyjnej, zwiększenie poziomu markerów wolnorodnikowego uszkodzenia makrocząsteczek. Wpływ aktywności fizycznej o różnej intensywności wysiłku na uszkodzony mięsień szkieletowy a zmiany w poziomie generacji wolnych rodników przez ten mięsień. Zmiany w poziomie markerów wolnorodnikowego uszkodzenia makrocząsteczek i w aktywnościach enzymów obrony antyoksydacyjnej w tym mięśniu.
15. Charakterystyka zdolności wysiłkowych dziecka. Zmiany aktywności niektórych enzymów mięśniowych wraz z wiekiem. Obserwacje Jędrzeja Śniadeckiego na temat krzywicy, współczesne interpretacje.

*Ćwiczenia semestr III:*

### **ĆWICZENIE I (2 godziny)**

1. Wprowadzenie do przedmiotu:
  - ◆ znaczenie biochemii w praktyce (cele nauczania)
  - ◆ omówienie zasad BHP i regulaminu prowadzenia ćwiczeń z biochemii oraz podanie terminarzu zajęć.
2. Omówienie zasad zaliczenia przedmiotu oraz egzaminu.

Aminokwasy, wzór ogólny i charakterystyczne grupy. Białka pokarmowe jako źródło aminokwasów. Wiązanie peptydowe i jego hydroliza. Hydroliza białek w przewodzie pokarmowym człowieka. Enzymy przewodu pokarmowego uczestniczące w hydrolizie białek. Aminokwasy endo i egzogenne. Redukcyjna aminacja kwasu  $\alpha$ -ketoglutazarowego.

### **ĆWICZENIE II (2 godziny)**

Kwas glutaminowy jako prekursor syntezy aminokwasów endogennych. Reakcje katalizowane przez AlaT i AspaT. Aminokwasy rozgałęzione jako przykład aminokwasów egzogennych. Transaminacje z udziałem aminokwasów rozgałęzionych. Transaminacje z udziałem aminokwasów rozgałęzionych. Oksydacyjna dezaminacja glutaminianu i przemiana azotu aminowego w mocznik. Bilans azotowy. Wzrost zwierząt w zależności od rodzaju spożywanego białka. Pojęcia: enzym, substrat, produkt. Nazewnictwo i podział enzymów. Zależność szybkości reakcji enzymatycznej od ilości enzymu, stężenia substratu, pH środowiska i temperatury.

### **ĆWICZENIE III (2 godziny)**

Włókna mięśniowe ST i FT oraz ich charakterystyka. Różnice w przemianach metabolicznych dostarczających energii do resyntezy ATP w mięśniach ludzi wykonujących ten sam wysiłek a różniących się wartością VO<sub>2</sub> max oraz % włókien ST i FT. Witaminy kompleksu B jako składnik koenzymów NAD, FAD, TPP, PAL, CoASH. Dehydrogenazy i ich współdziałanie z koenzymami. Pojęcie przemian metabolicznych jako szeregu reakcji katalizowanych przez różne enzymy. Enzymy kluczowe - regulacyjne i ich znaczenie.

### **ĆWICZENIE IV (2 godziny)**

Metabolizm tłuszczów w spoczynku i pracy o różnej intensywności. Dwa źródła kwasów tłuszczowych mięśnia : lipoliza tłuszczów w komórce tłuszczowej, oraz lipoliza tłuszczów wewnątrzmięśniowych Aktywacja kwasów tłuszczowych w cytoplazmie komórki mięśniowej. Wejście acyloCoA do mitochondrionu - rola karnityny. Wewnątrzmitochondrialna przemiana cząsteczek acyloCoA do acetyloCoA zwana  $\beta$ -oksydacją. Dehydrogenazy  $\beta$ -oksydacji i ich koenzymy.

### **ĆWICZENIE V (2 godziny)**

Bilanse energetyczne  $\beta$ -oksydacji. Synteza ATP i zużycie tlenu przez łańcuch oddechowy w trakcie przebiegu tego procesu. Cykl Krebsa czyli utlenianie cząsteczek acetyloCoA do CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O. Reakcje z cyklu Krebsa, które dostarczają wodorów na łańcuch oddechowy. Zmiany w aktywności enzymów cyklu Krebsa i łańcucha oddechowego w wyniku treningu. Konsekwencje metaboliczne tego zjawiska. Bilanse cyklu Krebsa. Obliczanie ilości powstającego ATP, produkowanego CO<sub>2</sub> i zużywanego

przez łańcuch oddechowy tlenu. Łączne bilanse cyklu Krebsa i  $\beta$ -oksydacji. Budowa i rola mitochondrialnego DNA.

#### **ĆWICZENIE VI (2 godziny)**

Kolokwium Nr 1 z zakresu zrealizowanego materiału na wykładach i ćwiczeniach.

#### **ĆWICZENIE VII (2 godziny)**

Pokarmowe źródła glukozy. Budowa skrobi, sacharozy, laktozy i maltozy. Budowa glikogenu. Hydroliza wielocukrów i dwucukrów w przewodzie pokarmowym człowieka. Rola insuliny w transporcie glukozy do komórek mięśniowych. Stężenie glukozy we krwi. Wywoływanie zjawiska superkompensacji w poziomie glikogenu.

#### **ĆWICZENIE VIII (2 godziny)**

Reakcja redukcji NAD w trakcie przemiany cukrów w kwas pirogronowy w cytoplazmie komórki mięśniowej. Konieczność reoksydacji tego koenzymu i rola układu przenoszącego ekwiwalenty redukcyjne do mitochondrionu. Bilanse energetyczne całkowitego utleniania glukozy. Zmiany aktywności enzymów układu przenoszącego w wyniku treningu wytrzymałościowego – doświadczenie P. Schantz.

#### **ĆWICZENIE IX (2 godziny)**

Metabolizm cukrów w trakcie pracy o intensywności IVA. Różnice w poziomie enzymów glikolitycznych we włóknach mięśniowych ST i FT. Regulacja szybkości przebiegu glikolizy na poziomie fosforylasy glikogenu i fosfofruktokinazy. Zakwaszenie komórki mięśniowej jako czynnik ograniczający zdolność do kontynuowania pracy w tym wysiłku. Udział pośrednich źródeł energii w wysiłku o intensywności IVB. Wartości pH i BE krwi po wysiłku w tej intensywności.

#### **ĆWICZENIE X (2 godziny)**

Kolokwium Nr 2 z zakresu przerobionego materiału.

#### **ĆWICZENIE XI (2 godziny)**

Regulacja ekspresji genu. Represja i indukcja, mechanizm działania. Przykłady zależności ilość danego białka od komórkowego poziomu mRNA dla danego białka. Podział włókien mięśniowych na ST i FT. Kryteria tego podziału. Poglądy na genetyczne uwarunkowania posiadanych włókien mięśniowych. Rola neuronów motorycznych w rozwoju włókien. Wpływ krzyżowej zmiany unerwienia na rozwój włókien ST i FT. Zmiany w profilu enzymatycznym włókna FT pod wpływem elektrostymulacji.

#### **ĆWICZENIE XII (2 godziny)**

Regulacja ekspresji genów przez hormony. Wpływ insuliny i glikokortykoidów na poziom enzymów przemiany glukozy i glukoneogenezy. Wyjaśnienie wpływu insuliny na poziom cukru we krwi. Wpływ podania cukrów w pożywieniu na poziom insuliny we krwi. Ciała ketonowe i ich powstawanie w cukrzycy i wysiłku.

#### **ĆWICZENIE XIII (1 godzina)**

Specyficzna i niespecyficzna indukcja biosyntezy białka. Hypertrofia mięśnia sercowego jako przykład niespecyficznej indukcji biosyntezy białka. Wzrost biosyntezy białek kurczliwych mięśnia w wyniku treningu siłowego. Testosteron jako hormon indukujący biosyntezę białek mięśnia. Podobieństwo i addytywność efektów treningu siłowego i działania testosteronu. Sterydy anaboliczne i kwestia ich szkodliwego dla ustroju działania ubocznego.

#### **ĆWICZENIE XIV (2 godziny)**

Kolokwium Nr 3 z zakresu przerobionego materiału na ćwiczeniach i wykładach. Najnowsze zagadnienia związane z chorobami neurodegeneracyjnymi mięśnia szkieletowego (prezentacje studentów-1).

#### **ĆWICZENIE XV (2 godziny)**

Najnowsze zagadnienia związane z chorobami neurodegeneracyjnymi mięśnia szkieletowego (prezentacje studentów-2).

**Forma zaliczenia:**

Zaliczenie z oceną  
Egzamin

**Literatura:**

*Podstawowa:*

1. Popinigis J. (1991) *Skrypt „Biochemia Wysiłku Fizycznego Tom I i II”*. Gdańsk, Drukarnia Oruńska.
2. Murray R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwell V.W. (2004) *Biochemia Harpera*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
3. Stryer L. (2007) *Biochemia*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
4. Angielski S., Rogulski J. (1991) *Biochemia Kliniczna*. Warszawa: PZWL.
5. Bartosz G. (1995 lub 2006) *Druga Twarz Tłenu*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
6. Viru A., Viru M. (2001) *Biochemical Monitoring of Sport Training*. Champaign, USA: Human Kinetics.
7. Salway J.G. „Biochemia w zarysie” Górnicki WM 2009.

*Uzupełniająca:*

1. Popinigis J. (1996) Wspomaganie, czyli o pożytku płynącym ze znajomości biochemii – wywiad. *Sport Wyczynowy*, 11/12, 91-97.
2. Popinigis J., Matuszkiewicz A., Antosiewicz J., Olek R., Kaczor J.J., Ziółkowski W. (1998) O inicjatywie kształcenia nauczycieli „Żywienia Człowieka” w AWF i jej realizacji w Gdańsku. *Nowa Medycyna* 10, 2-6.
3. Popinigis, J. (2002) O tlenie, mitochondriach i adaptacji do wysiłku wytrzymałościowego, czyli od Holloszy'ego 1967 do Holloszy'ego 2002. *Sport Wyczynowy*, 9/10, 7-21.
4. Artykuły naukowe związane z tematyką poszczególnych wykładów i ćwiczeń.

**Bilans punktów ECTS (1 pkt ECTS – 25-30 godz. pracy studenta):**

<i>Aktywność</i>	<i>Obciążenie studenta</i>
Udział w wykładach	15 godz.
Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	30 godz.
Udział w ćwiczeniach	30 godz.
Przygotowanie się do ćwiczeń	30 godz.
Konsultacje	5 godz.
Całkowite obciążenie pracą studenta	110 godz.
Punkty ECTS za przedmiot	4 ECTS