

Przedmiot: BIOCHEMIA

kierunek: Fizjoterapia, studia stacjonarne

1. OPIS PRZEDMIOTU

Celem przedmiotu jest dostarczenie wiedzy z zakresu podstawowych procesów metabolicznych na poziomie komórkowym, narządowym i ustrojowym oraz ich zmian pod wpływem wysiłku fizycznego lub w efekcie niektórych schorzeń na potrzeby fizjoterapii.

Efekty kształcenia

Student który zaliczył przedmiot powinien potrafić opisać i wyjaśnić podstawowe procesy metaboliczne na poziomie komórkowym, narządowym, ustrojowym, w tym zjawiska regulacji hormonalnej, reprodukcji i procesów starzenia się ustroju oraz ich zmian pod wpływem wysiłku fizycznego lub w efekcie niektórych schorzeń na potrzeby fizjoterapii

2. PROGRAM ZAJĘĆ I ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

WYKŁADY

W1. Skład chemiczny organizmu. Makroelementy, mikroelementy - dzienne zapotrzebowanie, znaczenie w organizmie, prawidłowe stężenie w osoczu. Woda i sole mineralne -rola w organizmie, rozmieszczenie elektrolitów w płynach ustrojowych człowieka, generowanie i wykorzystanie gradientów jonowych w poprzek błon komórkowych na przykładzie Na⁺, K⁺, rola jonów Ca⁺⁺ w przekaźnictwie nerwowym. Składniki organiczne organizmów - porównanie % zawartości białek, tłuszczu i węglowodanów w organizmie człowieka i innych zwierząt oraz u roślin, charakterystyka węglowodanów: aldozy, ketozy, zróżnicowanie ze względu na liczbę atomów węgla w cząsteczce, homoglikany, heteroglikany, monosacharydy, disacharydy, oligosacharydy, polisacharydy - zapasowe, strukturalne - właściwości i funkcje; struktury determinant grup krwi układu ABO. Charakterystyka tłuszczów - tłuszcze proste, złożone - właściwości amfipatyczne i funkcje, również tych występujących w błonach komórek zwierzęcych. Struktura i funkcja zasad azotowych - klasyfikacja i występowanie. Nukleozydy, nukleotydy, struktura dinukleotydów jako koenzymów: NAD, FAD, Koenzymu A. Przykłady koenzymów jako pochodnych witamin rozpuszczalnych w wodzie.

W2. Skład chemiczny organizmu cd. Struktura i funkcja trifosforanów nukleozydów, ATP - główny związek wysokoenergetyczny - właściwości biologiczne, powstawanie, magazynowanie energii - rola fosfokreatyny w mięśniach. Dzielne zapotrzebowanie energetyczne lekko pracującego mężczyzny o wadze 70 kg z uwzględnieniem zapotrzebowania na tłuszcze, białka i węglowodany oraz ich fizjologiczna wartość energetyczną. Termodynamiczna istota działania ATP. Witaminy, podział na rozpuszczalne w tłuszczach i w wodzie, dzienne zapotrzebowanie, rola w organizmie i ich źródła, skutki niedoboru. Charakterystyka i właściwości aminokwasów, podział na aminokwasy białkowe, niebiałkowe, egzogenne i endogenne. Źródła i losy puli aminokwasów, ważne biologicznie pochodne aminokwasów. Peptydy, polipeptydy - struktura pierwszorzędowa. Modele struktury II rzędowej

polipeptydu - α -helisa, β -struktura, β -zwój - charakterystyka. Domeny - naddrugorzędowa struktura polipeptydu. Trzeciorzędowa struktura białka. Wiązania stabilizujące struktury polipeptydu. Czwartorzędowa struktura białka. Stabilna struktura zwana superhelisą (coliled coil) - białek fibrylarnych. Funkcje białek w oraniźmie człowieka i kryteria podziału białek na główne klasy.

W3. Charakterystyka, budowa i właściwości enzymów. Klasyfikacja enzymów z przykładami, charakterystyka izoenzymów na przykładzie dehydrogenazy mleczanowej, charakterystyka endonukleaz restrykcyjnych. Charakterystyka reakcji enzymatycznej, siła katalityczna enzymów, ogólne cechy katalizy enzymatycznej. Centrum aktywne enzymu - cechy wspólne centrów, model klucza i zamka (Fischera) - stereospecyficzność, model indukowanego dopasowania (Koshalanda). Rola inhibitora kompetycyjnego i niekompetycyjnego - struktura i funkcja centrum allosterycznego. Struktura i funkcja eukariotycznych kompleksów wieloenzymatycznych, np. kompleks wieloenzymatyczny dehydrogenazy pirogronianowej - skład i właściwości. Syntaza kwasów tłuszczowych ssaków - skład i właściwości. Sposoby kontroli aktywności enzymatycznej, ujemne i dodatnie stężenie zwrotne z przykładami.

W4. Wprowadzenie do metabolizmu - ogólny schemat szlaków katabolicznych - oddychania komórkowego, substraty oddechowe. Oksydacyjna dekarbonylacja pirogronianu. Cykl Krebsa - charakterystyka, przebieg, miejsca kontrolne - aktywatory, inhibitory, znaczenie w przemianach katabolicznych i anabolicznych. Charakterystyka łańcucha oddechowego, tj. łańcucha transportu elektronów. Kompleksy oddechowe, pompy protonowe - działanie i funkcja. Całkowity gradient elektrochemiczny H^+ w poprzek wewnętrznej błony mitochondrialnej - skład i znaczenie w fosforylacji oksydacyjnej; budowa i funkcja syntazy ATP - mechanizm działania syntazy ATP. Skuteczność i wydajność oddychania komórkowego. Bilans energetyczny całkowitego utleniania acetylo - CoA. Inhibitory i rozpręgacze transportu elektronów - przykłady, miejsca działania i skutki.

W5. Glikoliza - znaczenie, przebieg, kontrola, charakterystyka heksokinazy i glukokinazy – funkcje. Glikoza jako przykład gospodarności metabolizmu, mechanizm utleniania w glikolizie, charakterystyka fosforylacji substratowej, wysokoenergetyczne intermedyaty, wynik netto glikolizy, zysk energetyczny glikolizy gdy substratem jest glikogen. Wprowadzenie fruktozy i galaktozy do glikolizy. Specyficzność glikolizy w erytrocytach. Regeneracja NAD w warunkach beztlenowych - rola dehydrogenazy mleczanowej. Miejsca kontroli glikolizy - mechanizmy regulacji aktywności tych enzymów. Różne losy pirogronianu - glikoliza tlenowa a beztlenowa. Bilans energetyczny całkowitego utleniania glukozy do CO_2 i H_2O . Kwasica mleczanowa - przyczyny i skutki.

W6. Glukoneogeneza - znaczenie, przebieg, lokalizacja, substraty i enzymy glukoneogenezy, energetyka i funkcje glukoneogenezy. Mleczan jako substrat glukoneogenezy - cykl Corich - znaczenie produkcji mleczanu. Alanina i inne aminokwasy jako substraty glukoneogenezy. Glicerol jako substrat glukoneogenezy. Specyficzne reakcje dla glukoneogenezy - właściwości karboksylazy pirogronianowej i karboksylazy fosfoenolpirogronianowej, specyfika ostatniej reakcji glukoneogenezy - powstania glukozy z udziałem glukozo-6-fosfatazy. Przeciwna regulacja glukoneogenezy i glikolizy w wątrobie, w głodzie i po posiłku.

W7. Szlak pentozofosforanowy - znaczenie, również w erytrocytach. Przebieg, lokalizacja i porównanie intensywności przebiegu. Charakterystyka reakcji utleniania w szlaku, skutki niedoboru dehydrogenazy glukozo-6-fosforanowej. Losy rybulozo-5-fosforanu. Charakterystyka transketolazy i

transaldolazy wiążących szlak pentozofosforanowy z glikolizą. Losy glukozy-6-P, gdy potrzeba wiele więcej rybozy-5-P niż NADPH+H⁺. Losy glukozy-5-P, gdy zapotrzebowanie na rybozy-5-P i NADPH+H⁺ jest zrównoważone. Losy glukozy-6-P, gdy potrzeba znacznie więcej NADPH+H⁺ niż rybozy-5-P. Miejsce kontroli utleniającego odgałęzienia szlaku pentozofosforanowego mechanizmu kontroli.

W8. Kwasy tłuszczowe jako źródło energii. Preferencje tkankowe. Transport i aktywacja kwasów tłuszczowych do mitochondriów - wahadło karnitynowe. Lipoliza triacylogliceroli - przebieg i kontrola hormonalna w komórkach tłuszczowych, kaskada regulacji enzymatycznej lipolizy. Beta oksydacja kwasów tłuszczowych - szczegóły przebiegu czterostopniowego obrotu - specyfika reakcji, enzymy katalizujące, produkty każdego obrotu cyklu utleniającego. Proces β-oksydacji nienasyconych kwasów tłuszczowych. Bilans energetyczny całkowitego utlenienia palmitynianu do CO₂ i H₂O. Charakterystyka ilorazu oddechowego palmitynianu i glukozy. Wykorzystanie kwasów tłuszczowych jako źródła energii przez wątrobę - stymulowane przez glukagon. Powstawanie ciał ketonowych - warunki sprzyjające, przebieg, enzymy katalizujące utlenianie ciał ketonowych - przebieg, lokalizacja, niezbędne enzymy, zysk energetyczny. Tkanki preferujące acetoctan jako źródło energii, znaczenie w okresie długotrwałego głodowania.

W9. Synteza kwasów tłuszczowych - lokalizacja, charakterystyka syntazy kwasów tłuszczowych, niezbędne substraty i kofaktory. Powstawanie malonylo-CoA przy udziale karboksylazy acetylo-Co-A - kluczowy enzym w kontroli syntezy kwasów tłuszczowych, aktywatory, inhibitory. Transport reszt acylowych z mitochondriów do cytoplazmy. Cykl elongacji w syntezie kwasów tłuszczowych, rola transacylazy malonylowej i transacylazy acetylowej. Kondensacja połączona z dekarboksylacją - znaczenie. Znaczenie udziału NADPH+H w syntezie kw. tłuszczowych. Przenoszenie rosnącego łańcucha acylowego z ACP na CE i z powrotem na ACP. Tworzenie kwasu palmitynowego. Regulacja syntezy i degradacji kwasów tłuszczowych - podczas głodu i sytości, przykład kontroli adaptacyjnej. Tworzenie triacylogliceroli - dwie drogi acylacji pierwszej grupy hydroksylowej glicerolu - specyfika przebiegu, specyfika reakcji w adipocytach - w tym też obecności insuliny. Przeciwna kontrola metabolizmu triacylogliceroli przez adrenalinę.

W10. Biosynteza fosfoglicerydów - przebieg, powstawanie fosfatydyloinozytolu, dwie drogi prowadzące do fosfatydylocholine. Hydroliza fosfoglicerydów - charakterystyka fosfolipaz A1, A2, C i D, wiązania na które działają, uwalniane produkty - własności lizofosfolipidów. Powstawanie DAG i IP3, powstawanie arachidonianu. Arachidonian jako substrat w syntezie prostanoidów i leukotrienów - działanie aspiryny. Amiokwasy jako substraty w utlenieniu biologicznym - dezaminacja - transaminacja, znaczenie transferaz, dehydrogenazy glutaminianowej i oksydaz L-aminokwasów.

ĆWICZENIA

1. Roztwory buforowe. Parametry równowagi kwasowo-zasadowej. Roztwory buforowe, właściwości: równanie Hendersona-Hasselbalcha, pojemność buforowa. Wpływ kwasów i zasad na pH i pojemność buforową układów buforowych i ustroju człowieka. Wpływ rozcieńczania na właściwości buforów. Bufory krwi: skład, rozmieszczenie, znaczenie: wodorowęglanowy, hemoglobinianowy, fosforanowy. Definicje i przyczyny: kwasic i zasadowic. Znaczenie roztworów buforowych w integralności biologicznej organizmu człowieka.

2. Własności aminokwasów i białek. Aminokwasy i białka: struktura i funkcje. Białka osocza i zaburzenia w ilości poszczególnych frakcji białek w stanach patologicznych. Punkt izoelektryczny białek. Wykorzystanie aminokwasów, jako źródła energii w fizjologii, patologii oraz wysiłku fizycznym. Aminokwasy keto- i glukogenne. Cykl mocznikowy. Reakcje transaminacji aminokwasów oraz deaminacji oksydacyjnej glutaminianu. Biochemiczne podstawy skurczu mięśnia.

3. Kinetyka reakcji enzymatycznych. Wpływ stężenia substratu i enzymu, temperatury oraz pH na szybkość reakcji. Inhibicja kompetycyjna i niekompetycyjna. Sposoby aktywacji enzymów. Kontrola enzymów poprzez: sprzężenie zwrotne ujemne, dodatnie, kontrola allosteryczna. Klasyfikacja enzymów. Enzymy wskaźnikowe.

4. Własności węglowodanów. Struktura, właściwości fizykochemiczne, reakcje mono- oligo- i polisacharydów, cukry redukujące. Prawidłowe wartości stężenia glukozy we krwi (normoglikemia), hiperglikemia i hipoglikemia. Źródła wolnych monosacharydów: hydroliza skrobi i glikogenu. Transport glukozy do komórek. Wykorzystanie cukrowców jako źródła energii w fizjologii, patologii oraz wysiłku fizycznym. Rola hormonów w regulacji metabolizmu węglowodanów, lipidów i białek (insulina, glukagon, adrenalina i glukokortykosterydy). Przeciwna regulacja metabolizmu w stanie fizjologicznego głodu i sytości. Regulacja metabolizmu w stanie fizjologii i patologii, a także w wysiłku fizycznym

5. Własności lipidów. Triacyloglicerole i kwasy tłuszczowe – struktura i funkcje. Formy transportowe tłuszczowców w krążeniu: lipoproteiny - chylomikrony, VLDL, LDL, HDL, IDL: skład, miejsce powstawania, znaczenie. Prawidłowy skład lipidowy osocza krwi, rola wątroby i tkanki tłuszczowej. Zaburzenia metabolizmu lipidów: hiperlipidemie, hipercholesterolemie. Wykorzystanie lipidów, jako źródła energii w fizjologii, patologii oraz wysiłku fizycznym. Rola cholesterolu. Lipoliza, ketogeneza, β -oksydacja. Integracja metabolizmu.

3. WYKAZ LITERATURY

1. Żak I. Chemia medyczna pod redakcją Iwony Żak, Wyd. ŚAM, Katowice 2001
2. Żak I. Praktikum z chemii medycznej pod redakcją Iwony Żak, Wyd. ŚAM, Katowice 2001.
3. Hames DB, Hooper NM. Biochemia – krótkie wykłady. PWN, Warszawa 2009
4. Harper HA, Rodwell VW, Mayes PA: Zarys chemii fizjologicznej PZWL, Warszawa
5. Davidson VL, Sittman DB. Biochemia Urban & Partner, Wrocław.
6. Stryer L. Biochemia, PWN, Warszawa 1997.
7. Murray RK i et.al. Biochemia Harpera. PZWL, Warszawa