

Block Energiestoffwechsel

- 1.) Beschreiben sie stichwortartig die Grundstruktur eines Cytochroms. Erklären sie außerdem, welche Funktion der Cytochromoxidase zukommt.
 - Cytochrome sind Proteine, die eine Häm-Struktur als Prosthetische Gruppe aufweisen. Häm ist ein sogenannter Protoporphyrinring mit einem zentralen Eisenatom. Dieses Fe ist 6-bindig, 4 Bindungen gehen zu den 4 Ringen des Porphyrins, die restlichen 2 ragen aus der Ebene und können zur Bindung von anderen Stoffen beitragen (z.B. O₂ beim Hämoglobin). In den meisten Fällen sind die 5. u. 6. Stelle jedoch mit Aminosäuren besetzt (v.a. Histidin, Methionin). Die Unterteilung erfolgt nach Absorptionsspektren in Cytochrom a, b und c
 - Cytochrom und Häm ist das gleiche.....
 - Cytochromoxidase (= Cytochrom-c-Sauerstoff-Oxidoreduktase) besteht aus 13 Untereinheiten, enthält u.a. Häm a, Häm a₃, Cu²⁺-Ionen; Aufgabe: letzter Schritt der Atmungskette; Überträgt Elektronen auf O₂; ist außerdem eine Protonenpumpe (pumpt H⁺ vom Matrixraum in den Intermembranären Raum).

- 2.) Sie haben zum Frühstück u.a. ein Brötchen mit Margarine gegessen. Erklären sie kurz, wie der Fettanteil des Nahrungsmittels verdaut wird.
 - Im Duodenum und Jejunum erfolgt die Aufspaltung von Fetten in 2-Monoacylglycerin und 2 freie Fettsäuren (durch Pankreaslipase).
 - Kurzkettige Fettsäuren werden mit Gallensalzen emulgiert (wasserlöslich gemacht) und diffundieren durch die Mucosa direkt ins Blut
 - Langkettige Fettsäuren werden in der Mucosa wieder an Glycerin gebunden, es entstehen zusammen mit Apolipoprotein A1, A2 und B48 die Chylomikronen, welche in die Darmlympe abgegeben werden.
 - Cholesterin und -ester werden ebenfalls an Glycerin gebunden und als Chylomikronen in die Lymphe abgegeben

- 3.) Welche Aufgabe hat die Succinatdehydrogenase im Zellstoffwechsel?
 - Vorkommen: Citratzyklus und Atmungskette (im Komplex II)
 - Katalysierte Reaktion: Succinat \longrightarrow Fumarat
 - SDH besitzt als Prosthet. Gruppe FAD (das FAD ist also fest an die SDH gebunden), welches im Verlauf der Reaktion zu FADH₂ reduziert wird
 - SDH ist fest an die innere Mitochondrienmembran gebunden, und durch Malonat und Oxalacetat kompetitiv Hemmbar (Paradebeispiel der Kompetitiven Hemmung!!!!)

- 4.) Definieren sie, was man unter einer "Energereichen Bindung (Verbindung)" versteht und geben sie dafür 3 Beispiele an.
 - Energereiche Bindungen besitzen immer ein hohes Gruppenübertragungspotential, Bruch dieser Bindung ist mit Energiefreisetzung gekoppelt, also eine exotherme Reaktion.
 - Beispiele Energereicher Bindungen: Enol-Ester (z.B. Phosphoenolpyruvat = energiereichste Verbindung im Körper); Säureanhydridbindung (z.B. ATP , nur 2 der 3 Phosphatreste sind Säureanhydridbindungen, das 3. Phosphat ist eine Esterbindung, also energiearm!!!!); Thioester (z.B im Acetyl-CoA)

- 5.) Beschreiben Sie
 - a) welche Funktion dem Cytochrom C im Rahmen der Atmungskette zukommt und
 - b) warum Cytochrom C durch CN⁻ Ionen nicht vergiftet werden kann.
 - a) Funktion: Transport von Elektronen (Ubichionon ist Elektronendonator, Überträger = Ubichinon-Cytochrom-c-Oxidoreduktase, die Elektronen werden im Folgeschritt vom Cytochrom C auf Sauerstoff übertragen durch die Cytochrom-c-oxidase)

b) Im Häm des Cytochrom C sind die 5. und 6. Koordinationsstelle des zentralen Eisenatoms durch einen Histidyl- und einen Methionylrest "besetzt", so das Cyanid nicht daran binden kann.

6.) Beschreiben Sie stichwortartig

- welche Funktion die Succinatdehydrogenase hat und
- welche strukturellen Besonderheiten dieses Enzym aufweist.

• Siehe 3.)

7.) Beschreiben sie - ausgehend von NADH - stichwortartig die Redoxkette der inneren Mitochondrienmembran.

- Komplex I (=NADH-Ubichinon-Oxidoreduktase): 1. Schritt: $\text{NADH} + \text{EnzymE-FMN} \longrightarrow \text{NAD}^+ + \text{EnzymE-FMNH}_2$, Elektronen werden dabei auf sog. Eisen-Schwefel-Cluster übertragen (Formel: S_2Fe_2 oder S_4Fe_4). Dabei wechselt das Eisen zwischen Fe^{3+} und Fe^{2+} . Die Wasserstoffatome und die Elektronen aus den Clustern werden dann weiter auf Ubichinon übertragen. Außerdem erfolgt ein H^+ Strom vom Matrixraum zum Intermembranraum (Protonenpumpe).
 - Komplex II (=Succinat-Ubichinon-Reduktase): Quereinstieg des Citratzyklus, (hat eigentlich nicht direkt was mit der Aufgabe zu tun, aber was tut man nicht alles der Vollständigkeit halber.....) Wichtiger Bestandteil des Komplex 2 ist die Succinat-Dehydrogenase aus dem Citratzyklus. Sie setzt Succinat zu Fumarat um, wobei bekanntlich FAD zu FADH_2 reduziert wird. Der Wasserstoff und die Elektronen des FADH_2 werden dann weiter auf Ubichinon übertragen, wobei der Elektronentransport wieder von Eisen-Schwefel-Clustern und zusätzlich Cytochrom b bewerkstelligt wird. Komplex II besitzt jedoch KEINE Protonenpumpen-Funktion!!!!
 - Auch aus der β -Oxidation der Fettsäuren kommen Wasserstoffe, die auf das Ubichinon übertragen werden. Das Ubichinon empfängt damit sämtlichen Wasserstoff, sowie die Elektronen vom NADH und FADH_2 des Citratzyklus und aus der β -Oxidation der Fettsäuren. Vom Ubichinon an weiter werden jedoch nur noch Elektronen übertragen!!!!
 - Komplex III (=Ubichinon-Cytochrom-c-Oxidoreduktase): empfängt die Elektronen vom Ubichinon und überträgt sie auf Cytochrom C. (An der Übertragung beteiligt sind 2 Cytochrome-b, Eisen-Schwefel-Cluster und Cytochrom C1). Auch der Komplex III fungiert dabei als Protonenpumpe.
 - Komplex IV (=Cytochrom-C-Oxidase): Letzter Schritt der Elektronentransportkette, die Elektronen werden vom Cytochrom C auf Sauerstoff übertragen. (An der Übertragung beteiligt sind Cytochrom a und a_3 , sowie Kupferionen, die beim Elektronentransport zwischen Cu^+ und Cu^{++} wechseln). Der Komplex IV ist dabei die 3. Protonenpumpe der Atmungskette.
- Als Ergebnis haben wir also einen starken elektrochemischen Protonengradienten, hervorgerufen durch die Protonenpumpen von Komplex I, II und IV; sowie Sauerstoffionen (O^{2-}), die diesen Gradienten noch verstärken.

8.) Was versteht man unter Entkopplung der Atmungskettenphosphorylierung? welche Rolle spielt diese Entkopplung beim Menschen?

- Normalerweise wird der H^+ - Gradient aus der Atmungskette (erzeugt von Komplex I, III und IV) zur ATP-Synthese genutzt, dazu muß er "kanalisiert" werden. (Das passiert durch den Komplex V= F₀F₁-ATP-Synthase). Wird dieser Kanal umgangen, kommt es nicht zur ATP-Synthese, sondern die Energie wird in Form von Wärme frei. Dieses "Umgehen" des Komplexes V wird als Entkopplung bezeichnet.
- Entkoppler sind Stoffe, die dies bewerkstelligen (indem sie die sonst impermeable innere Mitochondrienmembran durchlässiger für H^+ Ionen machen, wodurch der H^+ Strom nicht mehr über Komplex V fließt). Entkoppler sind z.B. Dinitrophenol (DNP), Dicumarol, Arsenat, Valinomycin, Trifluoracetylcyanidphenylhydrazon (wer das 3* hintereinander sagen kann, bekommt ein Bonbon.....)
- Nutzen der Entkopplung: Thermogenese im braunen Fettgewebe von Neugeborenen (Wichtiger Bestandteil des Temperaturhaushalts von Babys) und bei Winterschläfern. Sie besitzen einen natürlichen Entkoppler, das Membranprotein "Thermogenin".

9.) Wie hoch ist unter (Physiologischen) Standardbedingungen das Redoxpotential im System $\text{NADH/NAD}^+ - 1/2\text{O} / 1/2\text{O}^2$ Erklären sie auch, von welchen Bedingungen dieses Redoxpotential abhängig ist.

- Erklärung Redoxpotential → siehe Chemie
- Redoxpotential $\text{NADH/NAD} = 0,32\text{ V}$
- Redoxpotential $\text{O}_2/\text{O}^{2-} = 0,82\text{ V}$
- Summe aus beiden = $1,14\text{ V}$ dies ist die treibende Kraft, welche die H^+ Ionen vom Intermembranraum zum Matrixraum zieht.
- Bedingungen: Redoxpotentiale sind abhängig vom herrschenden pH, der Temperatur und dem Druck.

10.) Es ist die Behauptung aufgestellt worden, daß der Mensch von Fett allein nicht leben kann. Legen Sie kurz dar,

- a) was für diese Behauptung spricht
- b) was gegen sie aufgeführt werden kann.

- Hier sind wohl irgendjemandem die guten Fragen ausgegangen????? Außerdem heißt der Spruch "der Mensch lebt nicht vom Brot allein"Naja, versuchen wir's trotzdem
- a) bei reiner Fetternährung fehlen dem Körper: Wasserlösliche Vitamine, Wasser selber, Proteine (also Aminosäuren), Elektrolyte und natürlich Spurenelemente. Reihenfolge der Todesursachen wäre also wahrscheinlich: Verdursten, Vertrocknen, Verhungern (aufgrund von Hypoproteinämie), Verblöden
- b) der Energiebedarf des Menschen kann von Fett selbst sehr gut gedeckt werden. Außerdem erlaubt das GlycerinGrundgerüst die Gluconeogenese, so das auch der Kohlenhydratmangel kompensiert werden könnte. Mehr fällt mir zu diesem Blödsinn nicht ein.....

11.) Beschreiben Sie kurz die "Eigenschaften" des Lichts. Welcher Wellenbereich wird vom Auge wahrgenommen ? Wie entsteht ein Spektrum ?

- Kleiner Physik-Exkurs: Licht ist eine Energieform, besitzt sowohl Strahlen- als auch Wellencharakter (ist durch die Sinus-funktion beschreibbar), bewegt sich in Vakuum mit einer Geschwindigkeit von ca. 300.000 Km/s (also Lichtgeschwindigkeit), ist polarisier- und brechbar.
- Sichtbarer Bereich: $400\text{ bis }750\text{ nm}$ Wellenlänge; kürzere Wellenlänge = UV, längere = Infrarot
- Ein Spektrum entsteht durch Lichtbrechung im Prisma, dabei werden unterschiedliche Wellenlängen unterschiedlich stark gebrochen, so daß sich weißes Licht in seine Einzelkomponenten (= Spektralfarben) aufsplittet.

12.) Welche Bedeutung hat im Rahmen der Atmungskettenphosphorylierung der Komplex V (= FOF1)?

- Komplex V ermöglicht einen kontrollierten, kanalisierten Protonenfluß vom Intermembranraum zum Matrixraum hin, entsprechend dem vorher von Komplex I-IV aufgebauten elektrochemischen Potential (von $1,14\text{ V}$). Die bei diesem Protonenfluß frei werdende Energie wird zur Synthese von ATP aus ADP und (anorganischem) Phosphat genutzt. Diesen Vorgang bezeichnet man auch als oxidative Phosphorylierung, oder Atmungskettenphosphorylierung.