

1. Welche der Kombinationen A - E von Coenzym und zugehörigem Vitamin ist falsch

- A) Coenzym A'- Vitamin A
- B) Niacin - NADP+
- C) TIPP - Thiamin
- D) FAD - Riboflavin
- E) Niacin - NAD

**Kommentar:**

(A)

Das ist nicht richtig. Coenzym A besteht aus Panthothensäure. Außerdem finden wir die Pantothersäure auch in der Fettsäure-Synthase.

(B)

Niacin befindet sich in NADP+ das ist richtig. Niacin wird in Form von Nikotinsäure in NAD+ und NADP+ eingebaut. Den größten Teil der Synthese übernimmt hier die Leber. Die Verteilung im Körper erfolgt jedoch in Form des Nikotinamids, welches in den Zielzellen dann wieder mit PRPP reagieren muss.

(C)

**TIPP**

(D)

FAD und FMN sind beides Flavoproteine, welche als Elektronentransporter in unserem Organismus dienen. **Flavoproteine** und **Riboflavin** gehören zusammen.

(E)

Das ist richtig. Siehe (B).

Lösung: A

## 2. Fragentyp A

Welche Aussage ist falsch?

Tetrahydrofolsäure

- A) enthält p-Aminobenzoessäure als Baustein
- B) kann C1-Körper in verschiedenem Oxidationszustand binden
- C) kann eine C1-Gruppe von Serin übernehmen
- D) ist als Coenzym an der Umwandlung von Homocystein in Methionin beteiligt
- E) ist als Coenzym an der Phenylalaninhydroxylase-Reaktion beteiligt

### Kommentar:

- (A) Das ist richtig. Folsäure besteht aus Glutamat, p-Aminobenzoessäure und einem Pteridin-Ring.
- (B) Das ist richtig. Wir kennen Formyl-THF, Methyl-THF und Methyl-THF. Formyl-THF und Methyl-THF können jeweils aus Methyl-THF entstehen. Das Methyl-THF ist nebenbei auch noch die Form in welcher die Folsäure in unseren Zellen ankommt. Aus ihr kann nur durch die Reaktion von Homocystein zu Methionin wieder Methyl-THF werden.
- (C) Das ist richtig. Wenn die Aminosäure Serin zu Glycin umgebaut wird, wird eine Methylgruppe auf THF übertragen.
- (D) Das ist sehr wichtig zu wissen, denn hiermit hängt das Krankheitsbild der megaloblastären Anämie zusammen. THF ist essentiell für die Nukleotidsynthese und daher macht sich ein Mangel speziell in Zellen bemerkbar, die sich schnell und oft teilen. Nun aber zurück zum THF. Wir benötigen für die Nukleotidsynthese THF und zwar in Form von Methyl-THF oder Formyl-THF. In unseren Zellen kommt allerdings Methyl-THF an. Dieses kann nur durch die Reaktion der Methionin-Synthase wieder regeneriert werden. Die Methioninsynthase katalysiert die Reaktion von Homocystein zu Methionin und benötigt hierzu als Coenzym sowohl Cobalamin (Vitamin B12), als auch Methyl-THF.
- (E) Das ist nicht richtig. Die Phenylalaninhydroxylase katalysiert die Reaktion von Phenylalanin zu Tyrosin. Hierbei handelt es sich um eine Reduktion und als Coenzym wird NADH/H<sup>+</sup> benötigt.

Lösung: E

### 3. Fragentyp A

Welches der Proteine ist nicht an der Kontrolle des zellulären Eisenstoffwechsels beteiligt?

- A) Transferrinrezeptor
- B) Hämosiderin
- C) Ferritin
- D) delta-Aminolävulinatsynthase
- E) Fe<sup>2+</sup>-Transporter der apikalen Mucosamembran (DMT1)

#### Kommentar:

- (A) Im Blut liegt Eisen gebunden an Transferrin vor. Um dieses Eisen in eine Zelle aufnehmen zu können, benötigen wir also einen passenden Rezeptor. (A) wäre damit richtig.
- (B) Hämosiderin ist auch am zellulären Eisenstoffwechsel beteiligt, denn generell wird Eisen 3+ innerhalb unserer Zellen an Ferritin gebunden und gespeichert. Wenn es allerdings zu viel Eisen wird, wandelt der Körper einen Teil – zum Ausscheiden – in Hämosiderin um.
- (C) An Ferritin gebundenes dreiwertiges Eisen stellt den körpereigenen Eisenspeicher dar.
- (D) Die delta-Aminolävulinäuresynthase ist wichtig für die Biosynthese des Häm. Sie macht aus Succinyl-Coa, welches sie dem Citratzyklus entführt delta-Aminolävulinäure. Dies ist in den Eisenstoffwechsel nicht unmittelbar eingebunden. Am Ende der Häm-Synthese wird zwar auch ein Eisenatom als Zentralatom eingelagert, dies katalysiert allerdings ein anderes Enzym.
- (E) Eisen kann von unserem Körper nur entweder in Verbindung mit Häm, oder aber in zweiwertiger Form aufgenommen werden. Hierfür sind die Fe<sup>2+</sup> Transporter zuständig. Da Eisen normalerweise in dreiwertiger Form in unserer Nahrung vorkommt, müssen die Ferrooxidasen in unserem Darm dieses erst einmal reduzieren. Vitamin C und SH-Gruppenhaltige Aminosäuren helfen übrigens hierbei und verbessern die Eisenresorption

Lösung: D hier stand in der Musterlösung: "alle" > diese Antwortmöglichkeit gibt es aber nicht =)

#### 4. Fragentyp A

Welche Aussage zum Vitamin C ist falsch?

- A) Vitamin C wird zu Oxalsäure und Threoninsäure abgebaut.
- B) Schwermetallionen erniedrigen die Temperaturstabilität des Vitamin C.
- C) Vitamin C ist Cofaktor bei Reaktionen der Phase 1 der Biotransformation in der Leber.
- D) Eine Langzeittherapie mit hohen Vitamin C-Dosen kann zur Bildung von Oxalatsteinen führen
- E) Vitamin C wird unter anderem für die Prolylhydroxylase-Reaktion benötigt.

Kommentar:

**Sorry aber hier habe ich keinen sinnvollen Kommentar :-)**

Lösung: C

## 5. Fragentyp D

Welche der folgenden Antworten ist (sind) richtig?

Hypervitaminosen

1. kennt man ausschließlich von wasserlöslichen Vitaminen
2. sind nur von fettlöslichen Vitaminen bekannt
3. können im Fall von Vitamin A zu einer verzögerten Rhodopsinregenerierung führen
4. führen im Fall von Vitamin D zu Hyperkalzämie und Gewebsverkalkungen

Kommentar:

- (1) Stimmt nicht. Gerade das Vitamin D, welches auch als Hormon (Calcitriol) bekannt ist, gehört zu den fettlöslichen Vitaminen und verursacht in zu hohen Dosen Probleme.
- (2) Auch das stimmt nicht. Es sind Hypervitaminosen z.B. Auch von Nikotinsäure (Niacin) bekannt. Bei fettlöslichen Vitaminen sind sie allerdings wahrscheinlicher, da diese nicht über die Niere ausgeschieden werden können.
- (3) Vitamin A Überdosierungen sind bekannt, führen aber in erster Linie zu Schleimhautveränderungen und greifen nicht in den Sehvorgang ein. Bei zu wenig Vitamin A besteht die Gefahr der Erblindung.
- (4) Das ist richtig, denn Vitamin D hat genau diesen Effekt. Wenn es ausgeschüttet wird, kommt es zur verstärkten Calcium Rückresorption und zu einer stärkeren Calcifizierung der Knochen.

Lösung: D

Puh schon wieder ein wenig komisch. Also die Lösung sagt C. Meine Recherche hat allerdings ergeben, dass es auch Hypervitaminosen von wasserlöslichen Vitaminen gibt (z.B. Nikotinsäure). Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Hypervitaminose>

In der Klausur sollte man wohl lieber auf die Musterantwort setzen ;-)

## 6. Fragentyp A

Welche der folgenden Antworten ist falsch?

Vitamin A

- A) wird als Provitamin A (beta-Carotin) aus pflanzlichen Produkten oder als Vitamin A (Retinol) aus tierischen Produkten aufgenommen
- B) wird in Bindung an Albumin im Blut transportiert
- C) ist in Form von Rhodopsin am Sehvorgang beteiligt
- D) wirkt in Form der Retinsäure als Transkriptionsfaktor
- E) wirkt als Radikalfänger

### Kommentar:

(A)

Das ist soweit richtig.  $\beta$ -Carotin kommt vor allem in Karotten vor und hat sowohl direkte Effekte, kann aber auch zu zwei Vitaminen Retinal gespalten werden. Dies wird streng reguliert. Vitamin A kommt vor allem in tierischen Produkten vor und dient dem Sehvorgang.

(B)

Das ist falsch. Vitamin A ist ein fettlösliches Vitamin und wird in Lipoproteinen transportiert.

(C)

Das ist richtig. Rhodopsin sorgt bei Lichteinfall für eine Konfigurationsänderung und damit für eine Depolarisation der Zelle. Hierdurch wird nun das Signal an das Gehirn übermittelt. Anschließend wird das Rhodopsin regeneriert und das Spiel kann von vorn beginnen. Interessant ist, dass Vitamin A sehr viel wichtiger für die Stäbchen (Hell/Dunkel sehen) ist, als für die Zäpfchen.

(D)

Auch das ist richtig. Retinsäure zählt man zwar eigentlich nicht mehr zum Vitamin A, da es -einmal entstanden -nicht wieder zu Retinal oder Retinol werden kann, es wirkt aber definitiv als Transkriptionsfaktor, entsteht aus Vitamin A und ist wichtig für diverse Wachstumsprozesse.

(E)

Auch das ist richtig. Besonders das  $\beta$ -Carotin hat eine erstaunliche Eigenschaft, denn es kann Radikale abfangen und sich durch Abgabe von Wärme selbst regenerieren. Es stoppt also als Antioxidans radikalische Kettenreaktionen.

Lösung: B

## 7. Fragentyp D

Welche der folgenden Aussagen zum Vitamin K ist (sind) richtig?

1. Die einzige bekannte Funktion von Vitamin K ist die Carboxylierung von Glutamatseitenketten, z.B. in Gerinnungsfaktoren.
2. Vitamin K-Antagonisten (z.B. Marcumar) verhindern die Carboxylierung von Gerinnungsfaktoren als kompetitive Hemmer.
3. Bei einem Mangel an Vitamin K (z.B. in Folge von Antibiotikatherapien) kommt es zur verlangsamten Blutgerinnung.
4. Bei einer Vitamin K - Hypervitaminose kommt es zur Bildung von Thrombosen.

Kommentar:

- (1) Das ist richtig. Vitamin K wird für die genannte  $\gamma$ -Carboxylierung, welche im ER stattfindet benötigt. Anschließend muss es durch den so genannten Vitamin K-Zyklus regeneriert werden.
- (2) Auch das ist richtig. Cumarine (z.B. Marcumar) hemmen den Vitamin-K-Zyklus und verhindern damit, dass Vitamin K regeneriert werden kann.
- (3) Das ist ebenfalls richtig. Diesen Effekt erzielt man ja u.a. bei der Marcumartherapie.
- (4) Eine Hypervitaminose von Vitamin K ist nicht bekannt. Selbst 500-Fach höhere Dosierungen zeigen keine Nebenwirkungen.

Lösung: A

## 8. Fragentyp D

Welche der folgenden Aussagen über Spurenelemente ist (sind) richtig?

1. Eisen, Kupfer, Zink, Kobalt und Jod gehören zu den essentiellen Spurenelementen.
2. Übergangsmetalle (Fe, Cu, Mo, Co, Zn) sind die aktiven Zentren vieler Metallenzyme.
3. Zink ist von Bedeutung für die Aktivität vieler Transkriptionsfaktoren.
4. Eisen ist das häufigste Metall in lebenden Organismen.

Kommentar:

- (1) Diese sind alle richtig. Eisen finden wir vor allem im Häm und in Cytochromen. Kupfer finden wir u.a. im Komplex 4 der Atmungskette. Spielt u.a. eine Rolle beim so genannten Zinkfinger. Kobalt gehört zum Vitamin B12 (Cobalamin) und wir benötigen es dringend für den Folsäurestoffwechsel. Jod ist Bestandteil unserer Schilddrüsenhormone T3 und T4.
- (2) Das ist richtig. Beispiele siehe bei (1).
- (3) Auch das ist richtig. Transkriptionsfaktoren sind oftmals in der so genannten Zinkfingerkonfiguration zu finden und greifen so als Transkriptionsfaktor die DNA an.
- (4) Das soll hier lt. Musterlösung richtig sein. Ich halte das für fraglich, da wir ca. 3-5 Gramm Eisen in unserem Körper haben. Im Vergleich hierzu findet sich in unseren Knochen und auch sonst im Körper über 1000 Gramm Calcium.

Lösung: E (nach Musterlösung), meine Meinung: A :-)

## 9. Fragentyp A

Welche Aussage zur Biosynthese und Funktion von Nicotinsäureamidadenindinucleotid (NAD<sup>+</sup> bzw. NADH) trifft zu?

- A) NAD<sup>+</sup> gehört zur Gruppe der fettlöslichen Vitamine.
- B) NAD<sup>+</sup> wird durch die Aufnahme von Protonen zu NADH reduziert.
- C) NAD<sup>+</sup> und NADH fungieren als prosthetische Gruppen der Flavin-Enzyme.
- D) NADH entsteht durch Übertragung eines Hydridions auf NAD<sup>+</sup>
- E) NADH wird durch ein Carrier-Protein in das Mitochondrium transportiert.

Kommentar:

(A)

Das stimmt nicht. NAD<sup>+</sup> ist der wichtigste Elektronenüberträger in unserem Stoffwechsel. Wäre dieser lipophil würde es bedeuten, dass er sich im wässrigen Milieu unserer Zelle nicht vernünftig fortbewegen kann. Das wäre dramatisch.

(B)

Das ist nicht richtig. In unserem Stoffwechsel werden immer zwei Protonen irgendwo wegoxidiert. NAD<sup>+</sup> müsste also eigentlich zwei aufnehmen. Das kann es allerdings nicht, sondern es nimmt ein Hydridion (H<sup>-</sup>) auf. Von den beiden Wasserstoffatomen bleibt also noch ein Proton übrig, welches im Zellwasser verbleibt. Daher steht auch immer überall NADH/H<sup>+</sup>.

(C)

Das stimmt nicht. Prosthetische Gruppen sind Cofaktoren, die kovalent an das Enzym gebunden sind. NAD<sup>+</sup> kann sich frei in der Zelle bewegen. Die Flavoproteine hingegen (FAD) sind in der Regel prosthetische Gruppen.

(D)

Das ist richtig, siehe (B).

(E)

Nein das stimmt nicht. NADH wird gar nicht ins Mitochondrium gebracht, sondern lediglich die Protonen. Der Malat-Shuttle reduziert im Zytosol Oxalacetat zu Malat. Dies kann die innere Mitochondrienmembran im Austausch gegen ein alpha-Ketoglutarat durchdringen und das ganze läuft anders herum ab. Nun haben wir allerdings ein Molekül Oxalacetat aus dem Zytosol im Mitochondrium und ein Molekül alpha-Ketoglutarat aus dem Mitochondrium im Zytosol. Um dieses Problem wieder auszugleichen reagiert das Oxalacetat was nun im Mitochondrium ist zum Aspartat (Aminogruppe vom Glutamat). Hierbei entsteht das eben transportierte alpha-Ketoglutarat. Im Zytosol hingegen reagiert das alpha-Ketoglutarat mit Aspartat zum Glutamat und Oxalacetat. Jetzt haben wir alles wieder beim alten bis auf das eine Molekül Aspartat, welches nun zusätzlich im Mitochondrium schwimmt und ein Molekül Glutamat, welches im Zytosol ist. Hierfür gibt es nun einen Antiporter. Der ganze Mechanismus nennt sich Malat-Aspartat Shuttle.

Lösung: D



## 10. Fragentyp D

Welche der folgenden Antworten ist (sind) richtig? Hypovitaminosen können begründet sein

1. durch unzureichende Versorgung mit einem Vitamin.
2. durch mangelnde intestinale Resorption.
3. durch beeinträchtigte Umwandlung des Vitamins in seine Wirkform.
4. durch eine auf einen erhöhten Bedarf (Schwangerschaft, Wachstum...) nicht angepasste Ernährung.

### Kommentar:

Zunächst einmal was ist eine Hypovitaminose. Hypovitaminose ist ein Mangel an einem Vitamin. Wir überlegen uns kurz wie so etwas zustande kommen kann und stellen fest, dass alle Möglichkeiten möglich sind. Hier benötigt man weniger biochemisches Wissen, als einen logischen Menschenverstand :-)

Lösung E

## 11. Fragentyp D

Welche der folgenden, Antworten ist (sind) richtig?

Vitamin D

1. gehört zu den fettlöslichen Vitaminen.
2. wirkt als Transkriptionsfaktor.
3. ist für die Aufrechterhaltung des Calcium-/Phosphat-Haushalts verantwortlich.
4. kann im menschlichen Organismus synthetisiert werden.

### Kommentar:

- (1) Das ist richtig. Vitamin D, E, A, K sind die vier fettlöslichen Vitamine. Vitamin D ist übrigens kein wirkliches Vitamin, sondern vielmehr ein Hormon, welches wir selbst herstellen können.
- (2) Vitamin D als fettlösliches Vitamin wirkt tatsächlich als Transkriptionsfaktor. Das wird am einfachsten deutlich wenn man sich klar macht, dass es eigentlich ein Hormon ist und ein lipophiles Hormon immer intrazelluläre Rezeptoren hat, die im Kern als Transkriptionsfaktoren wirken.
- (3) Das ist richtig. Vitamin D sorgt für eine verstärkte Resorption von Calcium und Phosphat im Magen und eine verstärkte Rückresorption in den Nieren. Es wird u.a. auch vom Parathormon induziert.
- (4) Das ist richtig. Bevor das Vitamin D allerdings seine biologisch aktive Form erreicht, unternimmt es eine lange reise durch den Körper. Es beginnt in der Leber, wandert dann in die Haut, geht nun zurück zur Leber und wird in der Niere fertiggestellt.

Lösung: E

## 12. Fragentyp D

Welche der folgenden Antworten ist (sind) richtig?

Vitamin C

1. ist Cofaktor von Hydroxylasen
2. wirkt als Antioxidans
3. ein Mangel resultiert in Skorbut
4. kann im menschlichen Organismus aus L-Glukonolacton synthetisiert werden

Kommentar:

- (1) ist richtig. Prolin wird in mitwirkung von Vitamin C zu hydroxyprolin hydroxiliert. An dieser Stelle hat auch Skorbut seine Ursache. Wenn nämlich kein Vitamin C da ist, kann es kein hydroxyprolin geben und dies gehört ins Kollagen. Fehlt es, so verliert auch das Kollagen seinen Halt.
- (2) Das ist richtig. Vitamin C übernimmt selbst radikale, regeneriert aber auch das in den Membranen befindliche Vitamin E (Tocopherol)
- (3) Das ist richtig (Siehe (1))
- (4) Nein, wir können Vitamin C nicht selbst herstellen, deshalb ist es ein Vitamin.

Lösung: A

## 13. Fragentyp D

Welche der folgenden Antworten zum Spurenelement Eisen ist (sind) richtig?

1. Eisen ist Zentralatom der Hämproteine und der Cytochrome.
2. Eisen wird im Blut in Bindung an Ferritin und Hämosiderin transportiert.
3. Die Resorption von Eisen aus dem Darm ist in Gegenwart von Vitamin C erleichtert.
4. Eisen wird intrazellulär in Bindung an Transferrin gespeichert.

Kommentar:

- (1) Das ist absolut richtig. Durch seine Eigenschaft sowohl als zweiwertiges, als auch als dreiwertiges Eisen vorliegen zu können ist es optimal für elektronenübertragende Cytochrome. Im Häm sind vor allem die kooperativen Bindungen wichtig, denn hier wird Eisen nicht oxidiert, sondern lediglich oxygeniert.
- (2) Das ist falsch. Hämosiderin und Ferritin binden das Eisen innerhalb der Zellen, nicht extrazellulär. Der Ferritingehalt des Blutes korreliert aber sehr gut mit den Eisenspeichern des Körpers. Dies kann diagnostisch genutzt werden.
- (3) Das ist richtig. Eisen kann nur in zweiwertiger Form resorbiert werden und Vitamin C hilft dabei es zu reduzieren.
- (4) Das ist falsch. Transferrin ist das Molekül, welches Eisen im Blut bindet. Es bindet sich anschließend an die Transferrinrezeptoren der Zellen und gibt das Eisen an diese ab.

Lösung: B

#### 14. Fragentyp D

An welcher(n) der folgenden Reaktionen des Aminosäurestoffwechsels ist Pyridoxalphosphat nicht beteiligt?

1. Transaminierung
2. alpha,beta-Eliminierung
3. Decarboxylierung
4. Oxidative Desaminierung

Kommentar:

- (1) PALP ist das wichtigste Coenzym im Stoffwechsel der Aminosäuren. Hier ist es sowohl an Transaminierungen, als auch an Decarboxylierungen beteiligt.
- (2) Hier ist PALP ebenfalls ein wichtiges Coenzym. Eine alpha,beta-Eliminierung gibt es des häufigeren beim Abbau von Aminosäuren
- (3) Hier ist PALP auch von der Partie.
- (4) Hiermit hat PALP wiederum nichts zu tun. Diese Reaktionen benötigen vor allem ein Reduktionsäquivalent wie NAD<sup>+</sup>

Lösung: D