

Biochemie – Fragenkatalog: Teil II

Thema 5: Gluconeogenese und Glykogenstoffwechsel

1. Was versteht man unter Gluconeogenese?

Synthese von Glucose aus Nicht-Kohlenhydrat-Vorstufen (Lactat, glucogene AS, Glycerin)
→ keine Umkehr der Glykolyse (3 Schritte müssen umgangen werden)

2. Wo findet die Gluconeogenese bevorzugt statt?

In der Leber

3. Welche Schritte der Glykolyse sind irreversibel?

(1) Hexokinase-Reaktion, (2) Phosphofructokinase-Reaktion, (3) Pyruvatkinase-Reaktion

4. Wie wird die Hexokinase-Reaktion umgangen?

Glucose-6-phosphatase: $\text{Glucose-6-phosphat} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Glucose} + \text{P}_i$

5. Wie wird die Phosphofructokinase-Reaktion umgangen?

Fructose-1,6-bisphosphatase: $\text{Fructose-1,6-bisphosphat} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fructose-6-phosphat} + \text{P}_i$

6. Wie wird die Pyruvatkinase-Reaktion umgangen? Wieviel Energie wird verbraucht?

1) Pyruvat-Carboxylase: $\text{Pyruvat} \rightarrow \text{Oxalacetat}$

2) Phosphoenolpyruvat-Carboxykinase: $\text{Oxalacetat} \rightarrow \text{Phosphoenolpyruvat}$

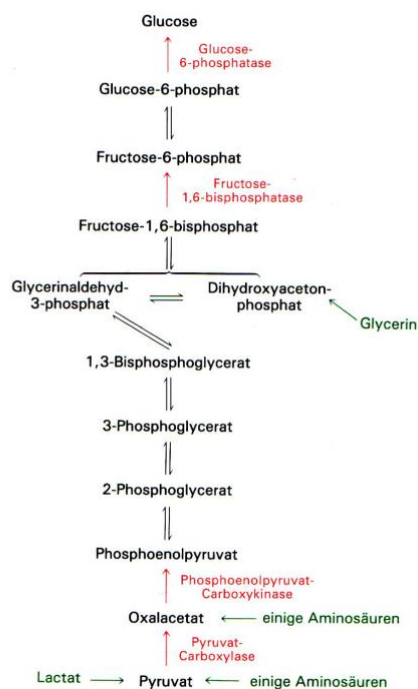
→ Verbrauch: 2 ATP

7. Zu welchen Zwischenstufen werden Lactat, AS und Glycerin direkt umgebaut, um dann weiter zu Glucose abgebaut zu werden?

Lactat: Pyruvat

AS: Pyruvat, Oxalacetat

Glycerin: Dihydroxyacetonphosphat



8. Welche Stoffe können aus Glucose-6-phosphat synthetisiert werden?

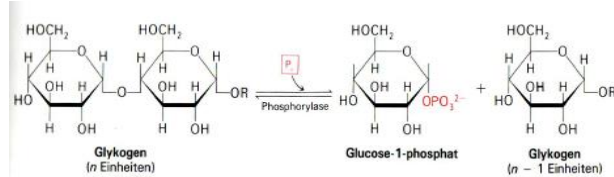
- 1) Fructose-6-Phosphat: Energiegewinnung (ATP)
 - 2) Glucose-1-Phosphat: Glycogenstoffwechsel (Speicherung)
 - 3) *Pentosephosphatzyklus*: Erzeugung von NADPH und Ribose
- Knotenpunkt im Stoffwechsel

9. Wofür wird der Glycogenstoffwechsel benötigt?

- 1) Regulation des Blutglucosespiegels (Leber)
- 2) Glucosereservoir

10. Wie wird Glykogen abgebaut?

- 1) Enzym: *Glycogenphosphorylase*



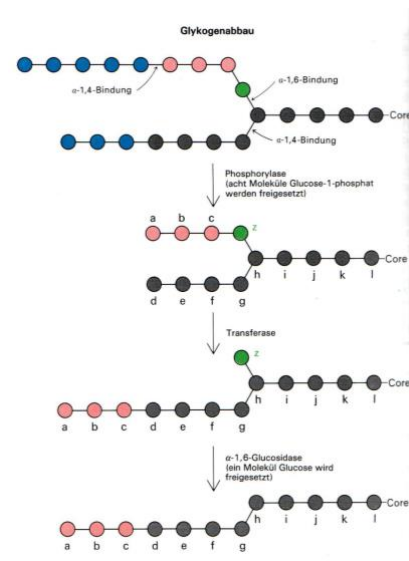
- 2) *Phosphoglucomutase*:

Glucose-1-Phosphat → Glucose-6-Phosphat

- 3) Transferase und bebranching enzyme:

→ für Seitenketten

→ Hydrolyse: freie Glucose entsteht



11. Ist der Glykogenabbau energetisch günstig?

Ja → Entstehung einer phosphorylierten Glucose

12. Welche ist die aktivierte Form der Glucose, die für die Glycogensynthese genutzt wird?

UDP-Glucose (Uridin-Di-Phosphat)

13. Erläutere das Prinzip der Glycogenbiosynthese.

Glycogen-Synthase katalysiert die Übertragung von Glucose aus UDP-Glucose auf die wachsende Kette. Dafür wird ein Primer (ein Oligosaccharid) genutzt, der an ein Protein (Glycogenin) gebunden ist.

Branching enzyme: bilden α -1,6-Verzweigungen aus 7 Glucoseeinheiten durch Spaltung einer α -1,4-Bindung

→ keine Umkehr des Glykogenabbaus

14. Wie werden Glycogenabbau und -synthese reguliert?

Adrenalin (und Glucagon) induziert Abbau:

Abbau: aktiviert Adenylatcyclase → Signalkaskade → Phosphorylase-Kinase **aktiviert** Phosphorylase b zu a (Phosphorylierung eines Serinrests)

Synthese: Adenylatcyclase → Proteinkinase A **deaktiviert** Glycogensynthase a zu b

Insulin induziert Synthese:

Second-messenger-Prozess: Aktivierung von Protein-Phosphatase I

(Genau umgekehrte Effekte der Kinasen: Dephosphorylierung)

Thema 6: Lipide

15. Definiere Lipide.

Sammelbezeichnung für hydrophobe Naturstoffe: lange Kohlenwasserstoff-Reste, biologische Lipide sind oft amphiphil

<-> „Fett“: Triacylglyceride sind nur Untergruppe der Lipide

16. Wo findet man Lipide im Körper?

Zellmembran, Energiespeicher, Signalmoleküle, Hormone

17. Wie sind Lipide aufgebaut?

Aus Acetyl-CoA-Einheiten

18. Wie können die Acetyl-CoA-Einheiten eingeteilt werden?

(1) Einfache Lipide (nicht verseifbar)

- Isoprenoide

→ Steroide (**Cholesterol** und Reaktionsprodukte aus Cholesterol)

→ Terpenoide

(2) Zusammengesetzte Lipide (verseifbar)

- einfache Fettsäuren

→ Arachidonsäure

- Grundgerüst aus FS

- FS + Glycerol

→ **Triacylglycerin**

→ **Phospholipide**

- FS + Sphingosin

19. Wie ist eine Fettsäure aufgebaut?

Aliphatische (*nur C & H-Atome, nicht aromatisch*) Monocarbonsäure mit meist unverzweigter Kohlenstoffkette

C₁: Carboxyl-Kohlenstoff, C₂: Alpha-Kohlenstoff, C_{letztes}: Omega-Kohlenstoff

20. In welcher Konfiguration liegen physiologisch relevante FS vor?

Cis-Konfiguration

21. Was bedeutet ungesättigt?

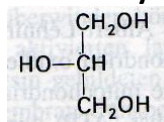
Eine oder mehrere Doppelbindungen

22. Wie werden ungesättigte FS benannt?

1) Verhältnis einfache:doppelte Bindungen (z.B. 18:3: Octadeca-tri-en-säure)

2) Nach Omega-Atom: 1. C-Atom der Doppelbindung von hinten (z.B. Omega-3-FS)

23. Wie ist Glycerin (Glycerol) aufgebaut?



(dreifacher Alkohol)

24. Wie ist Triacylglycerin aufgebaut und wofür wird es genutzt?

3-fache-Ester von Glycerin mit meist langkettigen Fettsäuren (C12-C22)
→ hochkonzentrierte Energiespeicher

25. Wie sind Phospholipide aufgebaut?

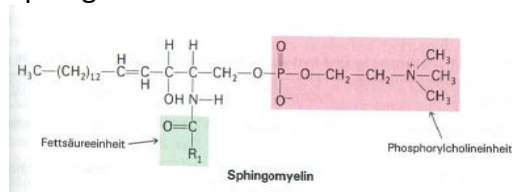
3-fache-Ester von Glycerin: 1) Phosphat + Rest
 2) FS
 3) FS

26. Welche wichtigen Reste am Phosphatidsäure-Grundgerüst gibt es?

Ethanolamin, Cholin (→ Lecithin), Serin, Inositol (Ring → Vorläufer zu IP3)

27. Wie sind Sphingolipide aufgebaut?

Sphingosin + FS + Rest



28. Welche Funktionen haben biologische Membranen?

- 1) Abgrenzung von der Umgebung
- 2) hochselektive Permeabilitätsschranken
- 3) enthalten Transportsysteme (Pumpen, Kanäle)
- 4) Abgrenzung von Zellorganellen (bei Eukaryoten)
- 5) Informationsfluss (über Rezeptoren)

29. Wie sind biologische Membranen aufgebaut?

Blattartige (6-10nm) und flüssige Struktur, aus Lipiden (Lipiddoppelschicht durch spontane Ausbildung der amphiphilen Moleküle) und Proteinen (für Membranfunktionen), elektrisch polarisiert

30. Was entsteht alles aus Cholesterol?

- 1) Steroidhormone (Glucocorticoide, Mineralcorticoide, Gestagene, Androgene, Östrogene)
- 2) Gallensäure
- 3) Vitamin D (fettlöslich → Umwandlung zu Calcitriol)

31. Wo stammt Cholesterol her?

- 1) Aus der Nahrung
- 2) endogener Biosynthese in Leber und Darm → Transport über LDL-Lipoproteinen

32. Wie kommt es zu Hypercholesterinämie?

Mangel an LDL-Rezeptor der Zellen außerhalb von Leber und Darm: keine Aufnahme von Cholesterol möglich

33. In welchen Schritten läuft die Cholesterol-Biosynthese ab?

Acetat (C₂) → Isopren → Squalen → Cholesterol (C₂₇, 8 asymmetrische C-Atome, ein Bestimmter der 256 Stereoisomere entsteht)

34. Was beeinflussen Gluco- und Mineralokortkoide?

Glucokortikoide: Zuckerhaushalt
Mineralkortikoide: Elektrolythaushalt

35. Welche Bedeutung hat der Lipidstoffwechsel?

Hohe Energiedichte → idealer Energiespeicher → Leber/Herz/Skelettmuskel beziehen 50% ihres Energiebedarfs aus Lipidstoffwechsel (genauer: Beta-Oxidation von FS)

36. Wie werden gespeicherte Triacylglycerine mobilisiert?

Hormonaktivierte Lipasen spalten Triacylglycerin in Glycerin, FS und Protonen
Hormone: Adrenalin, Noradrenalin, Glucagon, ACTH

37. Wie werden Nahrungslipide verdaut und resorbiert?

- 1) Intestinalen Lumen: Bildung freier FS und Monoacylglycerine durch (Pankreas-)lipasen
- 2) Micellen (Bildung durch Gallensaft) schließen Lipide und fettlösliche Vitamine ein → Zerfall am Bürstensaum der Mukose → passiver/Carriervermittelte Resorption
- 3) Re-Veresterung in Mukosazellen
- 4) Transport in Lymph- und Blutgefäßen zu Fettgewebe und Leber

38. Was sind Chylomikrone? Welche weiteren Lipoproteine gibt es?

Form der Lipoproteine: großes Transportmedium für Fette, sehr viele Triacylglyceride
VLDL (very-low-density-LP), IDL (intermediate-density-LP), LDL (low-...), HDL (high-...)

39. Was bezeichnet man als Apolipoproteine?

Proteinanteil der Lipoproteine

40. Was ist der Unterschied zwischen HDL, LDL und VLDL?

HDL: hoher Anteil von Proteinen und Phospholipiden → gut
LDL: hoher Anteil von Cholesterin → böse
VLDL: hoher Anteil von Triacylglyceriden

41. Wie werden Lipide im Blutplasma gebunden?

Lipoproteine, geringer Teile an freien FS wird an Albumin gebunden

42. (Was passiert mit den Lipoproteinen im Blut und wie werden sie weiter umgesetzt?)

- 1) Lipoprotein-Lipasen hydrolisieren Triacylglycerine der **Chylomikrone**
- 2) Leber nimmt cholesterinreiche Restpartikel auf
- 3) Nicht benötigte Triacylglycerine/Cholesterin werden als **VLDL** an Blut abgegeben
- 4) In Gefäßwänden: Abbau von Triacylglycerin → cholesterinreicher Rest: **IDL**
- 5) IDL wird (a) von Leber aufgenommen oder (b) zu **LDL** umgewandelt
- 6) **HDL**: nimmt Cholesterin von abgestorbenen Stellen auf und gibt sie nach Veresterung an VLDL oder LDL

43. Wie werden FS abgebaut? Wo findet der Prozess statt?

β -Oxidation in den Mitochondrien (Matrix)

44. Wie gelangen FS zu den Mitochondrien?

Carnitin-Shuttle:

- 1) Kopplung an CoA (FS+CoA-SH $\rightarrow$ Acyl-CoA)
- 2) Zwischenlagerung auf Carnitin (Acylcarnitin entsteht)
- 3) Translokation ins Mitochondrium
- 4) erneute Kopplung an CoA (Acylcarnitin + CoA-SH $\rightarrow$ Acyl-CoA + Carnitin)
- 5) Carnitin geht wieder aus dem Mitochondrium raus, Acyl-CoA kann verwertet werden

45. Welche Reaktionsschritte der β -Oxidation gibt es?

Ausgangsstoff: Acyl-CoA (C_n)

- | | | |
|------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1) Dehydrierung: | Oxidation: $FADH_2$ entsteht | $\rightarrow$ Alken |
| 2) Hydratation: | | $\rightarrow$ Alkohol |
| 3) Dehydrierung: | Oxidation: $NADH+H^+$ entsteht | $\rightarrow$ Keton |
| 4) Thiolyse: | $CoA-SH \rightarrow$ Acetyl-CoA | $\rightarrow$ Acyl-CoA (C_{n-2}) |
- $\rightarrow$ wieder von vorne bis nur noch Acetyl-CoA übrigbleibt
(Stoffe und Enzyme müssen nicht gelernt werden!)

46. Wie ist die Energiebilanz der β -Oxidation?

- | | |
|--|---------|
| - Pro Zyklus: | 4 ATP |
| - Endabbau von Acetyl-CoA im Citratzyklus: | 10 ATP |
| - Aktivierung der FS | - 2 ATP |

FS mit C_n : $n-1$ -Zyklen + n -Acetyl-CoA – 2 ATP

(Bsp: Palmitat C_{16} : 28 ATP aus Zyklus, 80 ATP von Acetyl-CoA $\rightarrow 108-2 = 106$ ATP)

47. Ist die Energiegewinnung aus Glucose oder aus Fett lukrativer?

Fett: ca. 106 ATP (allerdings abhängig von Länge), Glucose: ca. 30 ATP

48. Was passiert bei Hungerzustand oder Diabetes?

Ketogenese: Acetyl-CoA kann nicht mehr abgebaut werden und wird stattdessen zu Ketonkörpern abgebaut, die dann auch teilweise als Brennstoffe verwendet werden können.

49. Wo findet die Synthese der Fettsäuren statt?

Im Cytosol ($\leftrightarrow$ Abbau: Mitochondrium!)

50. Welche weiteren Unterschiede gibt es zwischen FS-Synthese und Abbau?

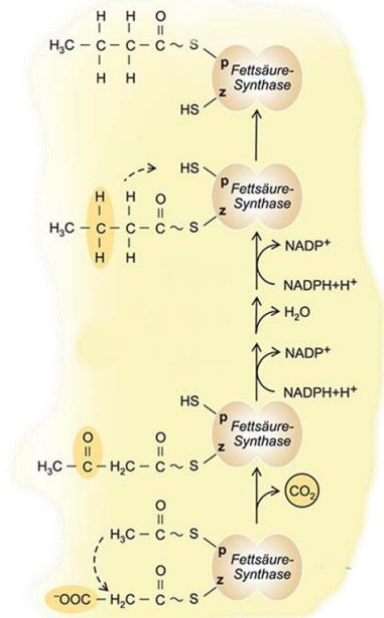
- | | | |
|----------------------------------|--|--|
| 1) Zwischenprodukte gebunden an: | Synthese | $\rightarrow$ ACP (Acylcarrierprotein) |
| | Abbau | $\rightarrow$ CoA |
| 2) Enzyme: | Synthese | $\rightarrow$ einzige Polypeptidkette |
| | Abbau | $\rightarrow$ nicht assoziiert |
| 3) Synthese | $\rightarrow$ erfolgt über Bindung an Malonyl-CoA | |
| Abbau | $\rightarrow$ kann direkt über Bindung an Acetyl-CoA geschehen | |
| 4) Synthese | $\rightarrow$ NADPH als Reduktionsmittel | |
| Abbau | $\rightarrow$ NAD und FAD als Oxidationsmittel | |

51. Was ist das besondere an der Fettsäure-Synthase?

2 Bindungsstellen (p und z), an denen die Fettsäuren binden können

52. In welchen Schritten läuft die Fettsäuresynthese ab?

- 1) Verlängerung: FS von p wird auf FS von z übertragen → bindet an zweites C-Atom
- 2) Reduktion, De-Hydratisierung und erneute Reduktion → C=O wird zu H-C-H
- 3) Übertragung der FS von z auf p



53. Wofür wird Malonyl-ACP gebraucht?

Verbindung von zwei Acetyl-CoA nicht direkt möglich. Deswegen wird aus Acetyl-CoA zunächst Malonyl-CoA gebildet. Acetyl-CoA und Malonyl-CoA reagieren jeweils mit ACP zu Acetyl-ACP und Malonyl-ACP (unter Abspaltung von CoA). Acetyl-ACP und Malonyl-ACP können dann durch eine Kondensation aneinanderbinden.

54. Wieso gibt's im Körper zusätzlich zu NADH auch NADPH?

Werden Elektronen aus Brennstoffmolekülen nicht zur ATP-Erzeugung genutzt, werden sie gebunden um als Reduktionsäquivalente für Biosynthesen erhalten zu bleiben.

55. Wofür wird der Pentosephosphatzyklus (PPZ) benötigt und wo findet er statt?

Liefert NADPH für reduktive Biosynthese und erzeugt Ribose-5-Phosphat (für RNA, DANN-Nucleotid-Coenzyme)

→ im Zytosol, besonders aktiv im Fettgewebe

56. In welchen Schritten findet die PPZ statt?

2 oxidative Schritte (zweifache Reduktion von NADP):

Glucose-6-Phosphat → Oxidation → Lacton (+ NADPH/H⁺) → Oxidative Decarboxylierung → Ribulose-5-Phosphat (+ NADPH/H⁺)

57. Was passiert, wenn eine Zelle mehr NADPH als Ribose braucht (z.B. Erythrozyten)?

Ribose-5-Phosphat wird umgewandelt in Zwischenstufen der Glykolyse und so abgebaut