

Gegenstandskatalog der Biochemie II Vorlesung für Zahnmediziner/innen WiSe 2021/22

A. Molekularbiologie

A.1 DNA und Replikation

DNA:

Aufbau DNA, Basen, Zucker, Nukleotid vs. Nukleosid, Wasserstoffbrücken, DNA Struktur (B-Form, nicht im Detail), große und kleine Furche (nicht im Detail)

Replikation:

Unterschiede Prokaryoten und Eukaryoten, Ori, Helikase, SSB, Topoisomerase I und II (Gyrase als Ziel von Antibiotika erwähnt), DNA Polymerase Reaktionsmechanismus, Primase, Primer, Okazaki-Fragmente, kontinuierliche und diskontinuierliche Replikation, Entfernung der Primer, Ligase Reaktion, Telomere, Telomerase Funktion

A.2 RNA und Transkription

RNA:

RNA Typen (hnRNA, mRNA, tRNA, rRNA, snoRNA, scRNA, siRNA, miRNA,..., nicht im Detail), RNA-Polymerasen in Prokaryoten und Eukaryoten

Transkription:

Eukaryote RNA Polymerasen und Funktionen, Polymerasereaktion, Regulation der Transkription, Promoter (basal, proximal), Enhancer/Silencer, allgemeine versus spezifische Transkriptionsfaktoren, DNA-Bindemotive: Helix-Loop-Helix, Zin-finger, Leucin Zipper (nicht im Detail), Rekrutierung der RNA Polymerase II, codierender Strang, Matrizen Strang, Initiation, CTD Phosphorylierung (nicht im Detail), Mediator (nicht im Detail), Hemmstoffe der Transkription (Rifampicin als Antibiotikum, alpha-Amanitin)

Prozessierung der hnRNA:

Capping (nicht im Detail), Poly-A-Tail, Splicing (Bedeutung der 2' OH Gruppe, keine detaillierte Beschreibung der snRNPs), mono- versus polycistronische Einheiten, alternatives Splicen, RNA Editing (ApoB100 versus ApoB48)

A.3 Translation und Protein-Prozessierung

Translation:

Genetischer Code, Basen Triplets, tRNA Aufbau und Struktur, Codon-Anticodon Erkennung, Wobble Basenpaarungen (Inosin), Aminoacyl-tRNA Synthetasen (Grundprinzip, nicht auf unterschiedl. Klassen eingegangen), Mechanismus der Kopplung der AS an tRNA (Aktivierung), Ribosomen Aufbau (Prokaryont versus Eukaryont), rRNA, Unterschied Translation Prokaryonten und Eukaryonten, Peptidbindung, Funktion der G-Proteine bei der Translation (Prinzip kinetische Kontrolle), Initiation (eIF, Scanning, Initiationskomplex), A, P, E Stellen im Ribosom,

Elongation (eEF1, Peptidyltransferase-Reaktion), Elongation (Translokation, eEF2, Diphtherie Toxin: ADP-Ribosylierung), Termination (Terminationsfaktoren, Hydrolasereaktion), Polysom, Hemmstoffe der Translation (Streptomycin, Tetracyclin, Chloramphenicol, ohne genaue Wirkungsmechanismen).

Protein-Prozessierung:

Protein Strukturen (Primär, Sekundär, Tertiär, Quartär: durch welche Bindungsarten werden diese Strukturen gebildet), Funktionen von Chaperonen (Faltung, verhindern Aggregation, Translokation von Proteinen durch Membranen), Hitzeschockproteine (Hsp; nicht im Detail), Proteindisulfid-Isomerasen, Proteinfaltungserkrankungen (Prionen, Alzheimer, Sichelzellanämie, Mukoviszidose; nicht im Detail), Posttranslationale Modifizierungen (Liste, Markumar, Skorbut), AB0-Blutgruppensystem als Beispiel für Protein-Modifizierung, Abbau von Proteinen, Proteasen (Hydrolyse der Peptidbindung), Proteasom (Aufbau und Funktion), Ubiquitylierung (E1-E3 Funktionen mit Bindungstypen bei Ubiquitin-Aktivierung, Konjugation und Ligation)

A.4 Zellkompartimente & Proteintransport

Zellkompartimente: Prokaryonten versus Eukaryonten, Membranen (Lipiddoppelschicht, Phospholipide, Glykolipide, Cholesterin), Membranproteine (keine Details), Vorteile Zellkompartimente (Regulation des Stoffwechsels, unterschiedliche Reaktionsbedingungen, Speicher), Begriff Leitenzym: Definition und Bedeutung für die Diagnostik (ALT, AST, GLDH bei Leberschaden), Zytoplasma, Zellkern (Doppelmembran, Lamina, Chromatin, Nucleolus, Kernporen), ER (raues versus glattes), Golgi-Apparat (Glykosylierung, Relaisstation), Lysosom (niedriger pH Wert, Abbau von Makromolekülen), Peroxisomen (Entgiftungsstation, Katalase, nicht im Detail), Mitochondrien (Funktion und Aufbau, Doppelmembran, Cristae, Matrix)

Proteintransport: Signalsequenzen in Proteinen: ER: hydrophobe Signalsequenz, Retention in ER: KDEL, Mitochondrium: N-terminal positive geladene Signalsequenz, Kern: NLS. Zytosolische freie Ribosomen (zytosolische Proteine, Kern Proteine, peroxisomale Proteine, Mitochondriale Proteine), ER (rau) angelagerte Ribosomen (ER Proteine, lysosomale Proteine, Plasmamembranproteine, sekretorische Proteine), Membrantransportmöglichkeiten (Transmembrantransport, Schleusentransport, vesikulärer Transport), Proteinimport ins Mitochondrium (Hsp70, Proteinfaltung, ATP, TOM, TIM, Signalpeptidase), Kerntransport (Kernporenaufbau, NLS, Importine, Exportine, Ran-GTP, nativer Transport, RanGTP/GDP Zyklus nicht im Detail), Proteinimport ins ER (co-translational, SRP, SRP-Rezeptor, Transportkanal, Signalpeptidase), (retrograder) Transport (COPII, SNARE, COPI, KDEL) Transport zum Lysosom (Mannose-6-Phosphat, Clathrin), Sekretorische und Membranproteine (kein weiteres Signal, Clathrin), Botulinumtoxin Wirkung.

A.5 Genom, DNA Technologie und Chromatin

Genom: Definition (Eukaryonten: linear, Chromosomen, Bakterien: zirkulär, dsDNA, Viren (nicht im Detail: ssDNA, ssRNA, dsRNA), Anzahl Gene pro Organismus, Evolution des Genoms (% kodierend vs. nicht-kodierend), repetitive DNA (Satelliten, SINE, LINE, Transposons, SNPs),

DNA Technologie & Forensik (VNTR Analyse mittels Southern Blot Nachweis oder PCR, Agarose-Gelelektrophorese), RFLP Analyse (Restriktionsendonukleasen), Klonierungsvektoren (nicht im Detail), DNA Sequenzierung nach Sanger.

Chromatin und Epigenetik: Definition, Epigenome, Verpackung der DNA, Chromatin (Heterochromatin, Euchromatin), Histone (basisch), Nukleosom, Genregulation durch DNA-Zugänglichkeit, Histonmodifizierungen: Acetylierung (HAT, HDAC), Methylierung, Phosphorylierung, Auswirkung von DNA Methylierung: Abschalten der Transkription: TF Bindung blockiert oder Rekrutierung von Repressor/HDAC).

A.6 Tumorbologie I: Zellzyklus & Signaltransduktion

Tumorentstehung: Tumorsuppressorgene (two-hit hypothese, rezessiv, loss-of-function), Protoonkogene (dominant, gain-of function), Onkogenmutationen (Punktmutation, Genamplifikation, Chromosomen-Umordnung)

Zellzyklus: Zellzyklusphasen, Mitosephasen, Spindelapparat, Restriktionspunkte (externe und interne Faktoren), Zykline, CDKs, Regulation der CDKs (Zyklusbindung, Phosphorylierung, CKI), Steuerung G1/S Übergang (E2F, Rb, HDAC, mitogenes Signal, Zyklus D/CDK4/6, RB-phosphorylierung, Zyklus E/CDK2, Rb Hyperphosphorylierung), Retinoblastom und Rb Mutationen, Kontrolle der S-Phase (Aktivierung durch Zyklus A/CDK2) Metaphase Checkpoint, Mitogene, Wachstumsfaktoren, Überlebensfaktoren (nicht im Detail), Wirkungsweise der Mitogene (Rezeptor, Rezeptortyrosinkinase, GRB2, SOS, RAS...), Funktion eines G-Proteins, MAP-Kinase-Kaskade (Ras-GTP, MAPK, TF Phosphorylierung, Myc Expression), Beispiel für Ras-Mutation Tumoren, Protoonkogen Myc: Burkitt Lymphom: Translokation von myc hinter Immunoglobulin Enhancer), CML (Fusionsprotein BCR-Abl, Philadelphia Chromosom, ABL Kinase, Glivec/Imatinib Wirkungsweise)

A.7 Tumorbologie II: DNA Reparatur & Apoptose

DNA Reparatur: Genommutation (Polyploidie, Aneuploidie), Chromosomenmutation (Translokation, Deletion), Genmutation (Punktmutationen, Basenaustausch, Rasterschubmutation), Auswirkung Mutation (im Regulationselement, Spleißstelle, silent, missense, nonsense), Spontanmutation (Depurinierung, Desaminierung, Keto-Enoltautomerie), Cancerogene (Basenanaloga, chemische Modifikation, Interkalierung, Alkylierung, Oxidation, UV-Licht), generelles Prinzip der DNA Reparatur, direkte Reparatur (kein Detail), Basenexcisionsreparatur (z.B. desaminierte Base, Ausschneiden der Basen, abasische Stelle, short-patch/long-patch Reparatur), Nukleotidexcisionsreparatur (Thymin-Dimere, Veränderung DNA Struktur, Exinuklease, Xeroderma Pigmentosum), Mismatch-Reparatur (Reparatursystem mit "Mut" Proteinen, Unterscheidung alter/neuer DNA Strang, HNPCC), Rekombinationsreparatur, non homologous-end joining (Zellzyklusabhängig)

Apoptose: p53 (Wächter des Genoms, Transkriptionsfaktor, Ubiquitinylierung, Phosphorylierung (bei DNA-Schaden => p53-Anreicherungen, ATM/ATR Kinasen nicht im Detail), Zielgene: CKIs oder Bax Transkription, Vergleich Nekrose/Apoptose, Apoptose Funktionen (Differenzierung, Immuntoleranz, Homöostase, Beseitigung infizierter oder defekter Zellen), Komponenten des Apoptose-Apparates (Caspasen, Bcl-2 Familie), Caspase-Kaskade, Initiator- und Effektor-Caspasen (nur Prinzip),

extrinsischer Weg (Rezeptor/Ligand, Adapter Proteine (death domain erwähnt), Initiator-Caspase aktiviert aus Pro-Caspase, intrinsischer Weg (Bcl2, Bax, Bak), Permeabilitäts-Transitions-pore, Cytochrom C, Apoptosome, Prinzip von Chemotherapie und Bestrahlungstherapie (von Tumoren mit p53 Mutation).

B.Stoffwechsel:

B.1 Einführung in den Energiestoffwechsel

B.1.1 Grundprinzipien des energieliefernden Stoffwechsels

Metabolismus, Anabolismus, Katabolismus, Freisetzung von Wasserstoff aus den Nährstoffen, Oxidation und Energiefixierung als ATP in der Atmungskette (oxidative Phosphorylierung),

Substratkettenphosphorylierung, anaerober Stoffwechsel, Verwendung ATP, "Brennwert" und Austauschbarkeit der Nährstoffe, Energieumsatz des Menschen, Knotenpunkte des Stoffwechsels

B.1.2 Triebkraft und Geschwindigkeit biochemischer Reaktionen

freie Energie, endergone und exergone Reaktionen, chemisches Gleichgewicht, Prinzip der energetischen Kopplung von Reaktionen

Enzyme: Funktion, Aufbau, aktives Zentrum, Enzymklassen, Prinzipien der Enzymkatalyse, Grundlagen der Enzymkinetik (Michaelis-Menten), Enzymhemmung und Enzymaktivierung, Regulation der Enzymaktivität (Allosterie, Interkonversion), Isoenzyme, Leitenzyme

Coenzyme: Funktion, Vitamine

B. 2. Kohlenhydrate

Struktur und Funktion von Kohlenhydraten

Vorkommen und Funktion von Kohlenhydraten, Aldosen, Ketosen, Pyranose-/ Furanoseform, Halb-/Voll-Acetal (N-/O-glykosidische Bindung; Anomerie), D-/L-Zucker

Triosen: Glycerinaldehyd, Dihydroxyaceton

Pentosen: Ribose

Hexosen: Glukose, Fruktose, Galaktose

Disaccharide: Saccharose, Lactose, Maltose

Polysaccharide: Stärke, Glykogen, Cellulose, 1,4-/1,6-Verknüpfungen, reduzierendes Ende, Dextrane

B.2.2 Verdauung, Resorption und Transport von Kohlenhydraten

Enzyme der Kohlenhydrat-Verdauung,

Glukosetransporter: Glut1 – Glut5, SGLT1, Organprofile, Insulinabhängigkeit von Glut4

Resorption und Transport von Fruktose und Galaktose, Lactoseintoleranz

B.2.3 Glykolyse

Einzelschritte, Nettoumsatz, Schrittmacherenzyme, allosterische und hormonelle Regulation der Glykolyse, Kompartiment, GAPDH Reaktionsmechanismus

anaerobe Glykolyse: Lactatbildung, Kariesentstehung

B.2.4 Gluconeogenese

Bedeutung für den Stoffwechsel, Funktion, Energetik, Substrate, gemeinsame und abweichende Schritte im Vergleich zur Glykolyse, Schrittmacherenzyme, ATP-verbrauchende Schritte, allosterische und hormonelle Regulation der Gluconeogenese, Kompartimente, Organe

B.2.5 Pentosephosphatweg

Funktionen im Stoffwechsel, Reaktionen und Enzyme des oxidativen Zweigs, Substrate und Produkte des nichtoxidativen Teils (keine Einzelreaktionen, nur Prinzip) im Zusammenspiel mit Glykolyse und Gluconeogenese, zellspezifische Anpassung an Bedarf, Regulation des Pentosephosphatweges, TPP als Coenzym der Ketolase

NADPH: Aufbau, Funktionen, Malat-Enzym, Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (G6PDH)

B.2.6 Glykogen-Stoffwechsel

Glucose-Bilanz, Leberglykogen, Muskelglykogen, Einzelschritte des Glykogenabbaus und der Glykogensynthese, Energiebilanz, Schrittmacherenzyme, hormonelle Regulation, Glykogen-Speicherkrankheiten

B.2.7 Fruktosestoffwechsel

Verdauung und Resorption von Fruktose, Einzelreaktionen des Fruktose-Abbaus, Fruktoseintoleranz

B.2.8 Galaktosestoffwechsel:

Verdauung und Resorption von Galaktose, Einzelreaktionen des Galaktose-Abbaus, Galaktosämie

B 3. Lipide

B.3.1 Struktur und Funktion von Lipiden

Charakteristika und Strukturen: lipophil/amphiphil, Fettsäuren (gesättigt, ungesättigt, essentiell),

Triacylglyceride, Phospho-, Sphingo- und Glykolipide, Ganglioside, Cerebroside, Cholesterin,

Gallensäuren, Polyisoprenoide

Funktionen: Membranbausteine, Energiespeicher, Signalmoleküle, Wirkungen

Acetylsalicylsäure

B.3.2 Verdauung, Resorption und Transport von Lipiden

Fettverdauung, Resorption der Lipide, Gallensäuren (Biosynthese ausgehend von Cholesterin im Überblick (Primäre, sekundäre und konjugierte Gallensäuren) Eigenschaften, Funktion, enterohepatischer Kreislauf)

Transport von Lipiden im Blut

Lipoproteine: Aufbau, Einteilung, Zusammensetzung und Funktion, Funktion der

Apoproteine (im Überblick)

B.3.3 TAG-Speicherung

TAG-Synthese, Lipolyse, hormonelle Regulation der Fettspeicherung und der Lipolyse

B.3.4 Ketonkörper

Funktion, Struktur, Synthese, Kompartiment, Organ, Verwertung

B.3.5 Cholesterin

Struktur, Funktion, Aufnahme in Körperzellen, Cholesterinbiosynthese (im Überblick), Regulation der Cholesterinbiosynthese, SREBP/SCAP vermittelte Aktivierung der Transkription, Cholesterin als Vorstufe von Steroidhormonen Vitamin D, Gallensäuren

B.3.6 Energiegewinnung aus Fettsäuren

Aktivierung zu Fettsäure-Acyl-CoA, Carnitin-Carrier, β -Oxidation (inklusive Einzelreaktionen und Sonderfall: Peroxisom)

B.3.7. FS-Synthese

Fettsäuresynthese im Überblick (Einzelreaktionen der FS-Synthese), Schrittmacherreaktion der Fettsäuresynthese und hormonelle Regulation, Alkohol als Substrat für FS-Synthese
Malatenzym als NADPH Lieferant

B 4. Mitochondrien

B.4.1 Mitochondrien Aufbau

Morphologie der Mitochondrien, Mitochondriengenom, Endosymbiontentheorie, Transporter in der inneren Mitochondrienmembran, Mobilisierung von zytosolischem NADH

B.4.2 Pyruvatdehydrogenase-Komplex

Dehydrierende Decarboxylierung, Multienzymkomplex, Cofaktoren, Nettoumsatz, Kompartiment, Regulation

B.4.3 Citratzyklus

Einzelschritte, Nettoumsatz, Schrittmacherenzyme, Cofaktoren, Redoxreaktionen, CO₂-Bildung, Regulation, Kompartiment, Entnahme und Einschleusen von Zwischenprodukten anderer Stoffwechselwege, anaplerotische Reaktionen

B. 4.4 Atmungskette

Funktion, Atmungskettenkomplexe I-IV (nur im Überblick), Elektronenfluß zwischen den Komplexen (nur Prinzip, keine Details), Protonenpumpen, ATP-Synthase (Aufbau und Funktion); Thermogenin als Entkoppler

B.5 Aminosäuren:

B.5.1 Aminosäuren Struktur

Struktur aller proteinogenen Aminosäuren, essentielle Aminosäuren, Einteilung der Aminosäuren nach Eigenschaften, Peptidbindung, Proteaseklassen

B.5.2 Überblick AS-Stoffwechsel

Transport von Stickstoff im Blut, Abbau überschüssiger Aminosäuren in der Leber, Abbau von Proteinen und Verwertung im Hungerzustand, Glutamat/Glutamin-System als zentraler Stickstoffzwischenträger, Alanin-Cyclus, Harnstoffcyclus

B.5.3 Abbau von Aminosäuren

PALP-abhängige Reaktionen im AS-Stoffwechsel: Schiff'sche Base, Transaminierung, α,β -eliminierende Desaminierung (keine Details), PALP abhängige Decarboxylierung (biogene Amine)

Entgiftung von Ammoniak: Harnstoffzyklus im Überblick
insbesondere: Schrittmacherreaktion des Harnstoffzyklus,
Herkunft des Stickstoff und Struktur Harnstoff

Umwandlung des Kohlenstoff-Gerüsts (glucogen/ketogen), Abbau Kohlenstoff-Gerüsts (C3 Gruppe, C5 Gruppe, Histidin als Formyl-THF Lieferant (Histidinbelastungstest)), Desaminierung von Glutamin und Asparagin, Methionin: SAM als Methylgruppenüberträger
Verknüpfung mit Citratzyklus und Gluconeogenese, Abbau von verzweigt-kettigen Aminosäuren (Grundprinzipien)

B.5.4 Vererbte Defekte des Aminosäureabbaus

Phenylketonurie

Ahornsirupkrankheit

Alkaptonurie

B.6 Nukleotide

B.6.1 Struktur und Funktion von Nukleotiden

Struktur und Nomenklatur der Purin und Pyrimidinnukleotide

Funktion von Nukleotiden als

- Informationsträger
- Energieträger
- Bestandteil von Coenzymen
- Aktivierung von Metaboliten

B.6.2 Stoffwechsel der Nukleotide

Nukleotidbiosynthese (im Überblick, keine Einzelreaktionen), Energieaufwand für Purinbiosynthese; Salvage Pathway; Herkunft der Atome im Purinring; Angriffspunkte für Zytostatika in der Nukleotidbiosynthese, Harnsäurebildung (im Überblick), Gicht bei Störung des Purinabbaus

Tetrahydrofolat abhängige Reaktionen insbesondere Thymidylatsynthase, Methotrexat- und 5-Fluoro-Uracil vermittelte Hemmung

B.7. Hormone

B.7.1 Grundprinzipien hormoneller Regulation

Grundlagen der zellulären Kommunikation und Signaltransduktion, Hormonelle Regelkreise *schnelle Stoffwechselregulation*: Regulation der Enzymaktivität (Allosterie, Interkonversion)

langsame Stoffwechselregulation: Regulation der Genexpression

Hormonklassen, Rezeptor-Klassen, Glucocorticoidrezeptor als intrazellulärer Rezeptor und dessen Aktivierung,

B.7.2 Insulin-Signaltransduktion

Rolle von Insulin, Insulin Sekretion in Pankreas-Zellen, Insulin-Rezeptor (Rezeptortyrosinkinase),

Wirkungen auf die Stoffwechselwege und Schlüsselenzyme (insbesondere Zucker- und Fettstoffwechsel)

B.7.3 Glukagon-Signaltransduktion

Glucagon, Glukagon-Rezeptor, heterotrimere G-Proteine und Effektoren (cAMP-System, Proteinkinase A, CREB, Phospholipase C β , Proteinkinase C), Wirkungen auf die Stoffwechselwege und Schlüsselenzyme (insbesondere Zucker- und Fettstoffwechsel)

B.7.4 Regulation des Calcium und Phosphathaushaltes

Parathormon, Calcitonin, Calciferole (Vitamin D), Wirkung und Signaltransduktionswege

B.7.5 Diabetes mellitus

Pathobiochemische Grundlagen des Diabetes mellitus (Insulinmangel und Insulinresistenz), Grundprinzipien der diabetischen Stoffwechsellaage (Hyperglykämie, Hypertriglyceridämie, Ketoazidose)