INTENSIVE PT

NEUROKEMI

Anton Torefeldt

Laboratorieingenjör AstraZeneca

M.Sc. Kemi med specialisering inom Neurokemi

support@intensivept.se

METABOLISMEN

- Utgör grunden för all fysisk aktivitet
- Energi - Vad är det?
- Kemiska processer tillåter kroppen att hålla igång
- Vilken är den bästa energikällan?

NEUROTRANSMITTORER

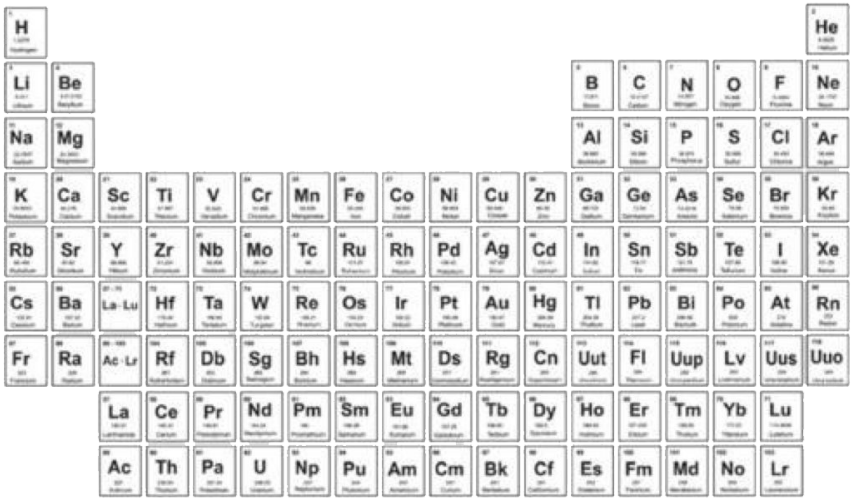
- Signalsubstanser - kommunikationen mellan nervceller
- Känslor, tankar och upplevelser förmedlas via dessa substanser
- Adrenalin, tillväxthormon, kortisol - När utsöndras de och vad åstadkommer de?
- Problem med signalhormon kan leda till depression, psykos och kognitiva sjukdomar

NERVSYSTEMET

- Autonoma nervsystemet - Det icke-viljestyrda nervsystemet
- Samspel mellan välutvecklad fysik och ett vältränad nervsystem är nyckeln till hög prestation
- Existerar överträning och vad betyder det?
- Droger och dess påverkan på nervsystemet

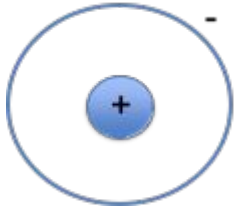
Ord och termer

- Atom - Molekyl - Proton - Elektron
- Joner
- Cell - livets byggsten
- Membran

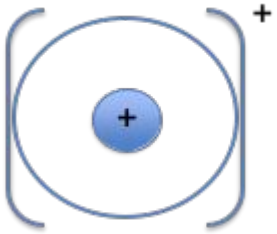


ATOMEN

- Atom (neutral)
- Kärna
- Proton (+) / elektron (-)
- Jon (laddad)



Väte atom H



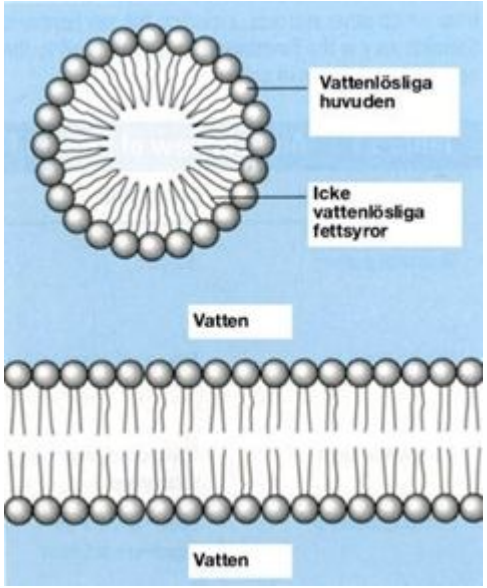
Väte jon H+

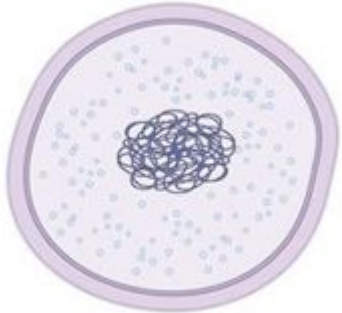
Molekyl

- Kombination av atomer/joner eller till och med flera molekyler
- Strävar efter jämvikt



Cellen


Vattenlösliga huvuden
Icke vattenlösliga fettsyror
Vatten
Vatten



Del 1 - Metabolismen

- Kroppens kraftverk
- Omvandlar det vi äter och det vi har lagrat i kroppen till energi
- Utgör grunden för liv, möjliggör förnyelse och anpassning av våra celler

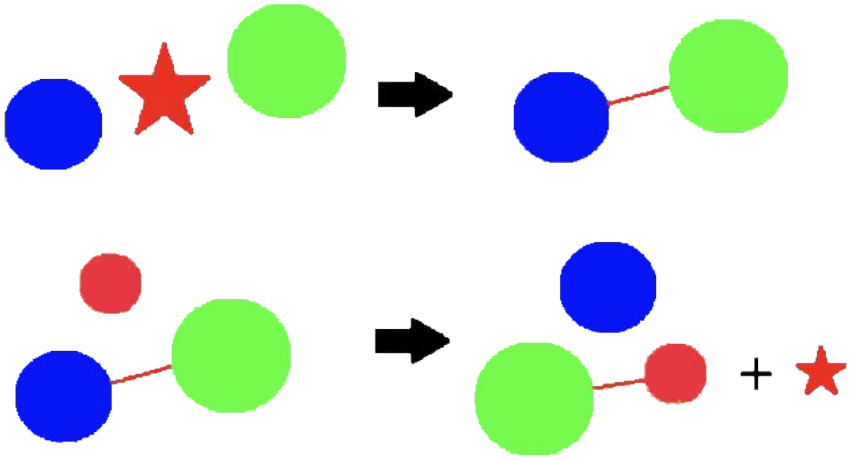
ATP

- Adenosinetrifosfat
- Nukleotid - byggstenar till DNA och transportörer av energi
- Kroppens valuta för alla energikrävande processer
- Skapas i olika processer ur huvudsakligen kolhydrater och fett

Kemisk bindning = Energi

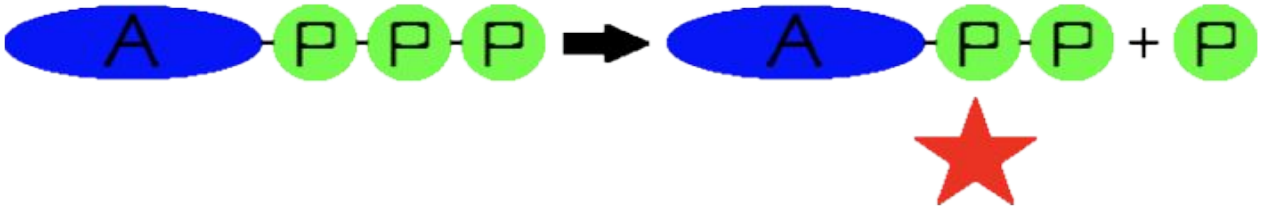
- Bindningar mellan atomer och molekyler är energi
- Att skapa en bindning kräver energi
- När en bindning bryts avges energi

Så frigörs energi



ATP - Energirik bindning

- Mycket bra energikälla på grund av dess energirika bindning
- ATP (tri) ADP (di) AMP (mono)

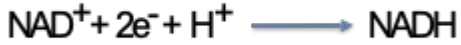


ATP-nivåer

- Strävan efter att hålla ATP-nivåerna i kroppen höga
- Då kroppen känner av att ATP-nivåerna sjunker i samband med fysisk ansträngning sätter flera processer igång samtidigt för att åter höja nivåerna

VÄTEBÄRARE

- Högenergimolekyler - NADH och FADH2
- Används för att transportera elektroner och vätejoner som används i del 3 glukosmetabolismen - andningskedjan



METABOLISM I TVÅ DELAR

- Anaerob metabolism
- Aerob metabolism
- Bryter ned kolhydrater och fett för att bilda ATP
- Kompletterar varandra och arbetar tillsammans
- Flera olika kemiska processer eller “cyklar” inom varje del

PROCESSERNAS MÅL

- Syftet är att ha olika vägar till ATP beroende på miljö och förutsättningar
- Komplext system med många nödlösningar och alternativa vägar
- Olika effektiva vid olika intensitet på utförd aktivitet

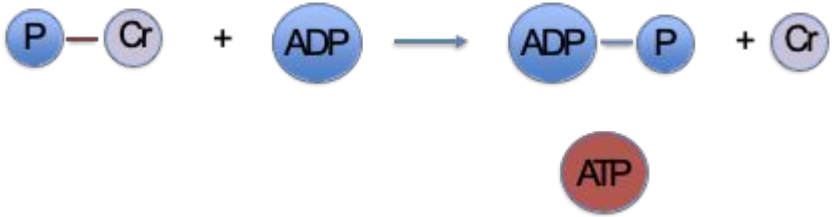
ANAEROB METABOLISM

- Processer för att skapa energi när syre inte finns närvarande
- Två huvudsakliga vägar till att skapa ATP i frånvaro av syre
- Alaktisk anaerob metabolism
- Glykolysen

ALAKTISK ANAEROB METABOLISM

- Omvandling av Kreatinfosfat, ADP och väte till ATP och fritt kreatin
- PCr + ADP + H -> ATP + Cr
- Kreatin Fosfat - kroppens snabbaste energireserv
- Snabb återhämtning

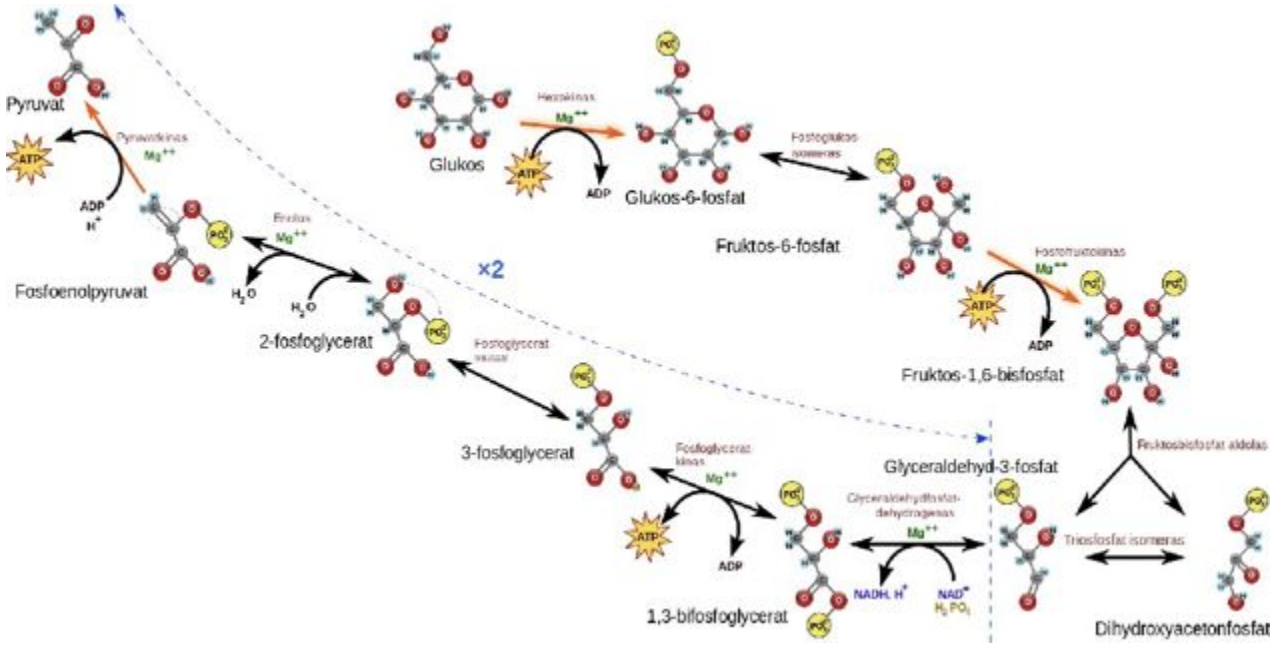
ALAKTISK ANAEROB METABOLISM



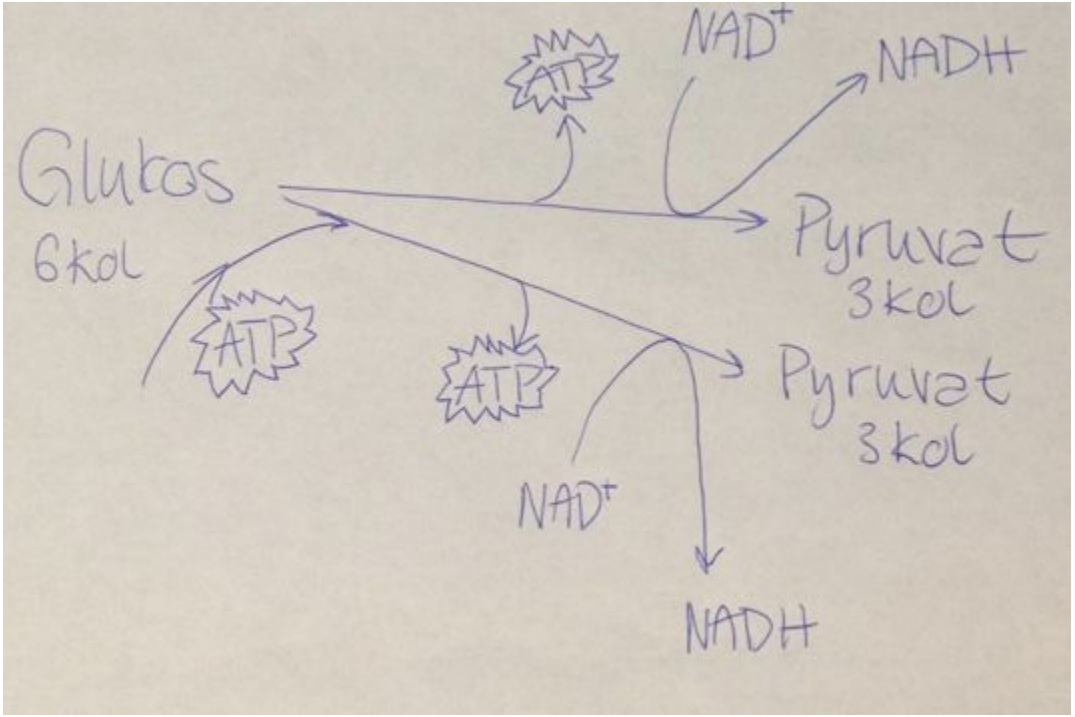
GLYKOLYS

- Nedbrytning av glukos (druvsocker)
- Fri energi utvinns ur processen och används till att bilda hög energimolekyler i form av ATP och NADH
- Produkten av glykolysen kan användas vidare i aeroba processer för att vidare skapa mer energi

GLYKOLYS, komplex modell



GLYKOLYS, förenklad modell



GLYKOLYS, förenklad modell

- Bryter ned en glukos molekyl (druvsocker) till två pyruvat molekyler
- Under glykolysens gång bildas ATP och NADH som är viktiga energimolekyler och används vidare i andra processer

MJÖLKSYRA

- Mjölksyra eller laktat bildas ur glykolysens produkt pyruvat om inget syre finns. Pyruvat binder då istället till väteatomer och omvandlas till laktat
- Ett hjälpmedel för att kroppen ska kunna arbeta anaerobt
- Anaerobt är Krebs cykel och andningskedjan hindrad, produktion av laktat tillåter glykolysen fortsätta vilket leder till att våra muskler kan arbeta längre trots brist på syre

MJÖLKSYRA fortsättning

- Laktat släpps ut i blodet ur hög arbetande muskler, detta förs vidare till mer inaktiva muskler som i sin tur kan använda laktatet som energi och inte slösa på lagrad glykogen
- Hjärtat tar upp mycket laktat ur blodet och använder det effektivt som energi
- Laktat bildas hela tiden i kroppen och transporteras mellan olika muskler till de som är i störst behov av energi

CORI CYKELN

- Cori cykeln använder laktat som spridits i blodet och omvandlar det i levern till glukos igen
- Glukosen kan antingen lagras för användning vid ett senare tillfälle eller skickas tillbaka ut till de arbetande musklerna

Pyruvat (ej syre) -> Laktat -> Glukos

SAMMANFATTNING ANAEROB

- Anaerob metabolism - Produktion av ATP, NADH och Pyruvat allt i frånvaro av syre
- Producerar energi snabbare än det aeroba systemet, tillsammans upp till sex gånger snabbare
- Mängden PCr i kroppen räcker för att återställa ATP-nivåerna ca tre gånger om
- PCr depåerna återställs snabbt efter användning

SAMMANFATTNING ANAEROB

- Anaerob metabolism - Produktion av ATP, NADH och Pyruvat allt i frånvaro av syre
- Producerar energi snabbare än det aeroba systemet, tillsammans upp till sex gånger snabbare
- Mängden PCr i kroppen räcker för att återställa ATP-nivåerna ca tre gånger om
- PCr depåerna återställs snabbt efter användning

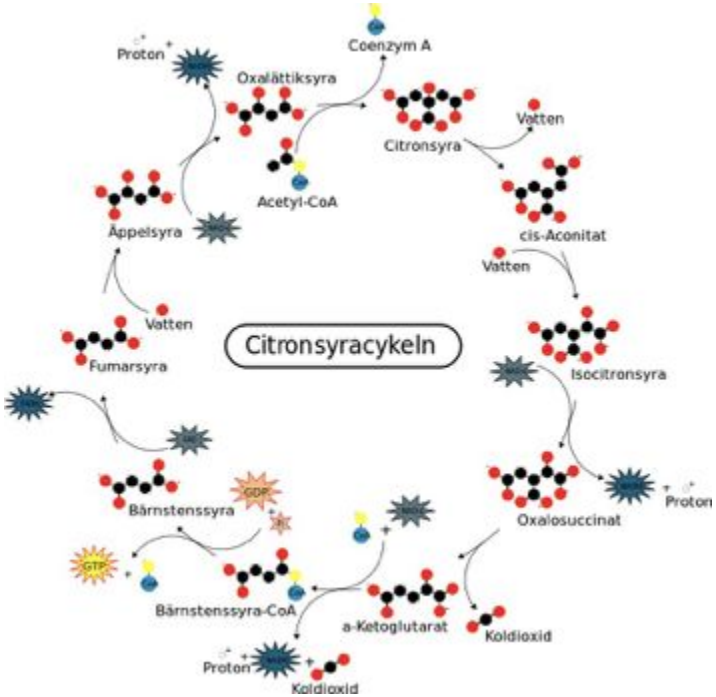
AEROB METABOLISM

- Processer för att skapa energi när syre finns närvarande?
- Aerob metabolism använder sig av fett och glukos för att skapa ATP
- Två huvudsakliga processer
- Krebs cykeln, TCA-cykeln eller citronsyracykeln
- Andningskedjan eller elektrontransportkedjan

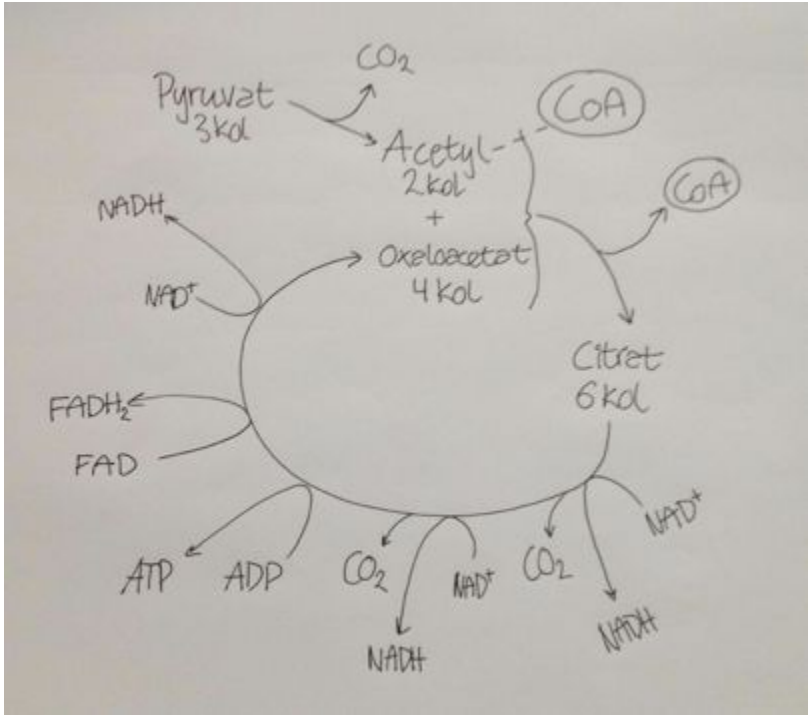
KREBS CYKEL

- Likt de anaeroba processerna strävar Krebs cykel efter att bilda hög energimolekyler
- Bildar inte ATP direkt, tar andningskedjan till hjälp
- Start Materialet i cykeln kan bildas ur pyruvat som erhålls ur glykolysen i den anaeroba metabolismen

KREBS CYKEL, komplex modell



KREBS CYKEL, förenklad modell



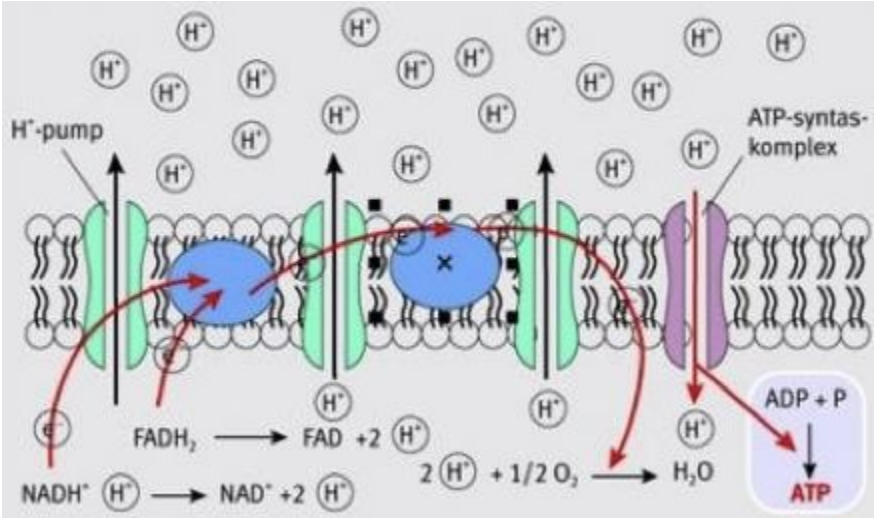
KREBS CYKEL, förenklad modell

- Använder sig av startmaterial bildat ur pyruvat
- Bildar hög energimolekyler i form av GTP, NADH och FADH2
- Reaktions sekvensen är cyklisk och börjar om när det sista steget nås
- Bildar inte ATP direkt utan NADH och FADH2 går vidare in i andningskedjan

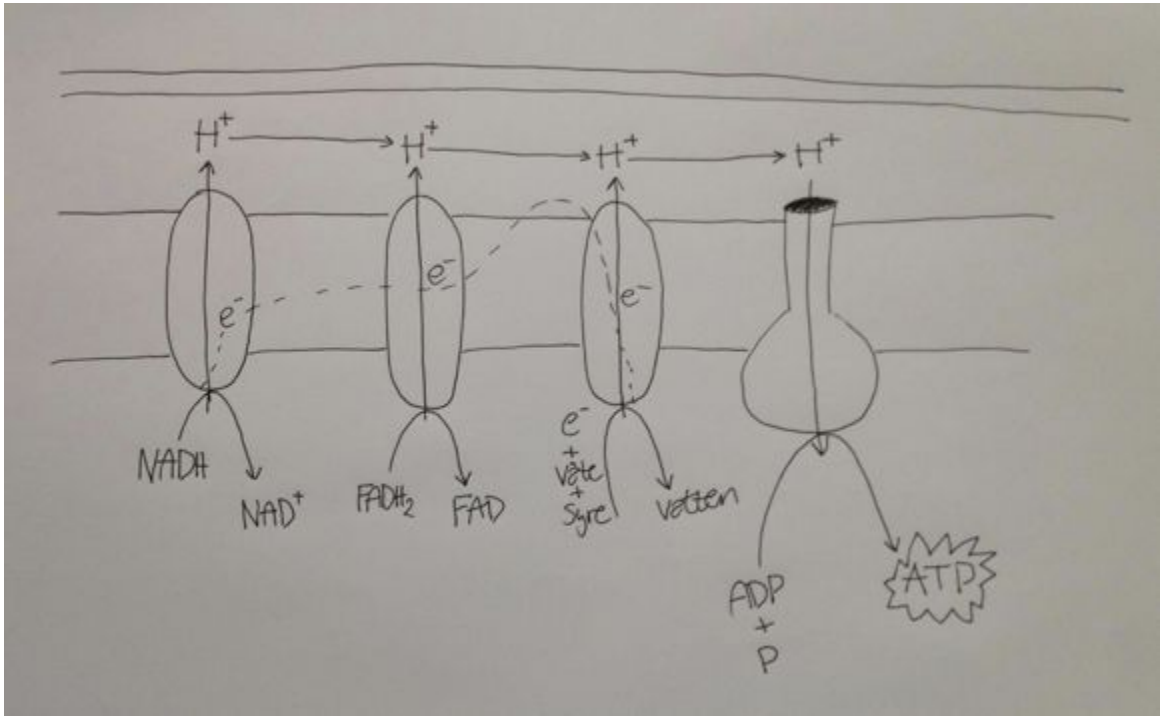
Andningskedjan

- Bildar aTP med hjälp av NADH och FADH2 ur Krebs cykel
- En ansamling protein som mellan sig transporterar en elektron för att omvandla hög energimolekyler till ATP
- Använder elektroner för att bygga upp en laddningsskillnad

Andningskedja, komplex modell



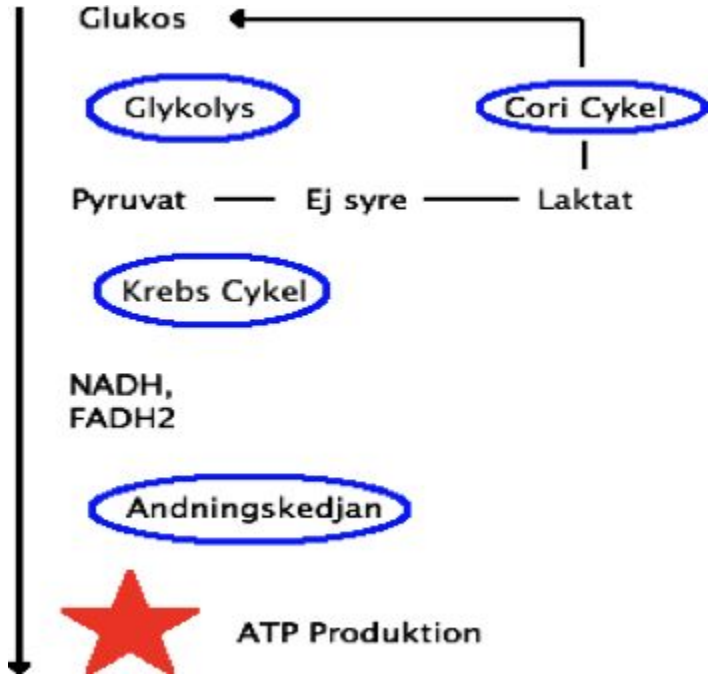
Andningskedja, förenklad modell



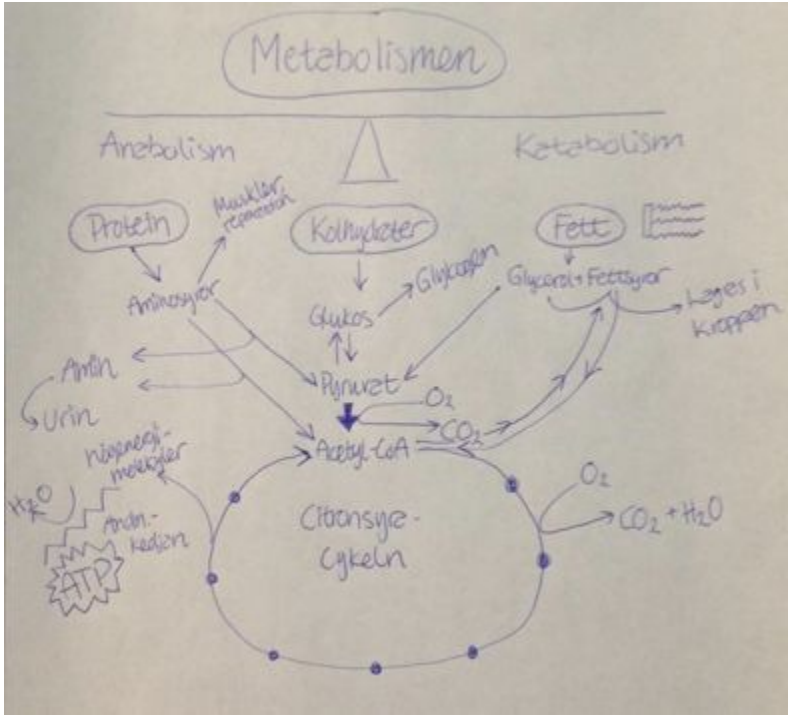
Andningskedja, förenklad modell

- NADH och FADH2 som utvunnits ur Krebs cykel och den anaeroba metabolismen donerar protoner som transporteras över membranet
- Skillnaden i laddning skapar en slags spänning som sedan används för att driva ett komplex som producerar ATP

METABOLISMEN ÖVERSIKT



Sammanfattning metabolism



SAMMANFATTNING AEROB

- Aerob metabolism - Produktion av ATP i närvaro av syre
- Producerar energi långsammare än det anaeroba systemet
- Effektivare än det anaeroba systemet när det väl kommit igång och upptaget av syre ökar
- Uppvärmning kan hjälpa det aeroba systemet på traven

FETT ELLER KOLHYDRATER

- Hur stor del av den maximala syreupptagningsförmågan som används påverkar om energin kommer från fett/kolhydrater
- Fett, 55-75% av syreupptagningsförmågan
- Kolhydrater dominerar om man närmar sig den maximala syreupptagningsförmågan
- Både kolhydrater och fett används alltid, det går inte att bara komma åt den ena komponenten

VILKEN ENERGIKÄLLA ÄR BÄST?

- Kolhydrater verkar snabbt, dock begränsad lagring i kroppen till ca 2000kcal
- Fett är en effektiv energikälla vid ansträngningar som varar under ett långt tidsspann
- Man kan fylla på med kolhydrater under fysisk aktivitet, men det finns risker (hypoglykemi)

SAMMANFATTNING ANAEROB OCH AEROB

- Alla processer i kroppen som på något sätt skapar energi hänger ihop och jobbar tillsammans
- Vi behöver både kolhydrater, fett och mjölksyra för att prestera på vår högsta möjliga nivå
- “Train low - compete high” - ett sätt att maximera effekten av fett och kolhydrater

Del 2 - Neurotransmittorer

- Neurotransmittorer eller signalsubstanser är molekyler som på ett kemiskt sätt överför nervsignaler mellan organ
- Förmedlar känslor/upplevelser till de delar av kroppen som kan använda denna information och utefter det vidta rimliga åtgärder
- Dessa små molekyler har stora uppgifter vilket också leder till att problem med dessa kan ha förödande konsekvenser

Nervsystemets uppgifter

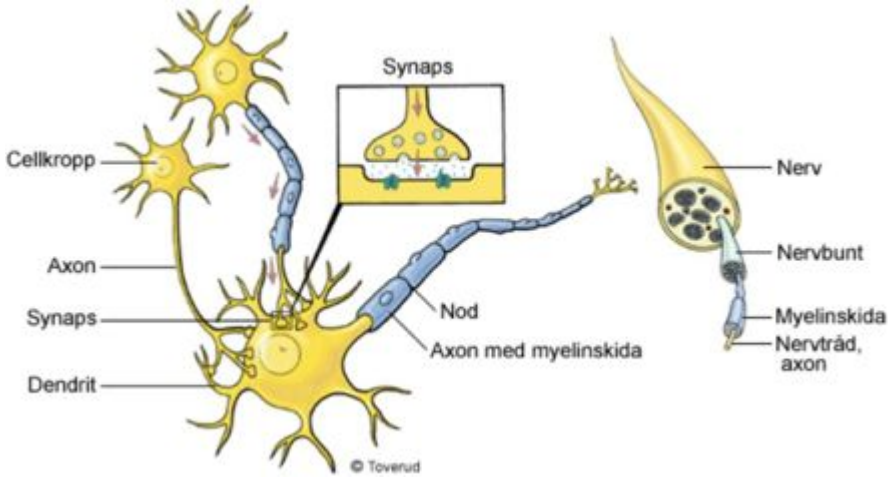
- Snabb kommunikation mellan nervceller
- Styrning och koordination av kroppen

TVÅ HUVUDSAKLIGA NERVTYPER

- Afferenta nerver - Inåtgående nervbanor, ger sensorisk information (Temperatur, tryck, smak, lukt, känsel, kropps position osv)
- Efferenta nerver - Utgående nervbanor, ger signaler till muskler/organ/körtlar (Kontraktion/relaxation, organens funktion, frisättning av hormoner)

Signalöverföring

- Signalerna transporteras via så kallade synapser, bildar ett gigantiskt nätverk

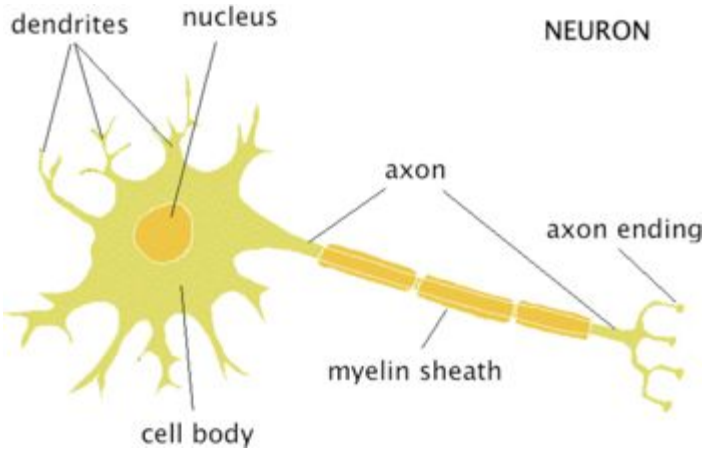


Komplext system

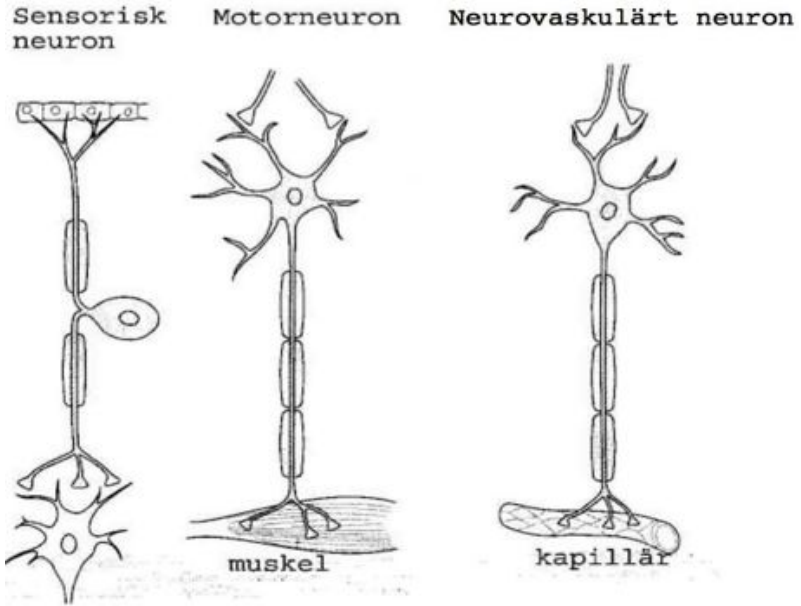
- Vårt nervsystem består troligtvis av ca 10-100 miljarder neuroner (nervceller) som i sin tur bildar ca 100 000 miljarder synapser (kopplingar mellan neuroner eller neuron och andra celler)
- Alltså 1000 000 000 000 000 synapser

Nervceller/neuroner

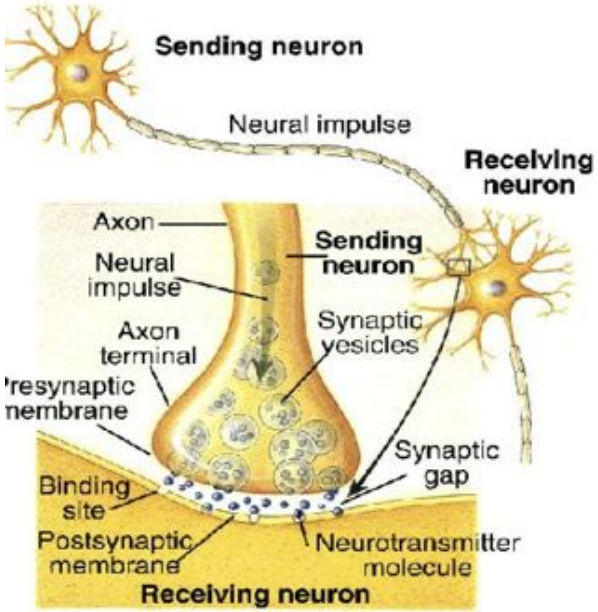
- Nervcellerna eller neuronerna är nervsystemets kommunicerande celler



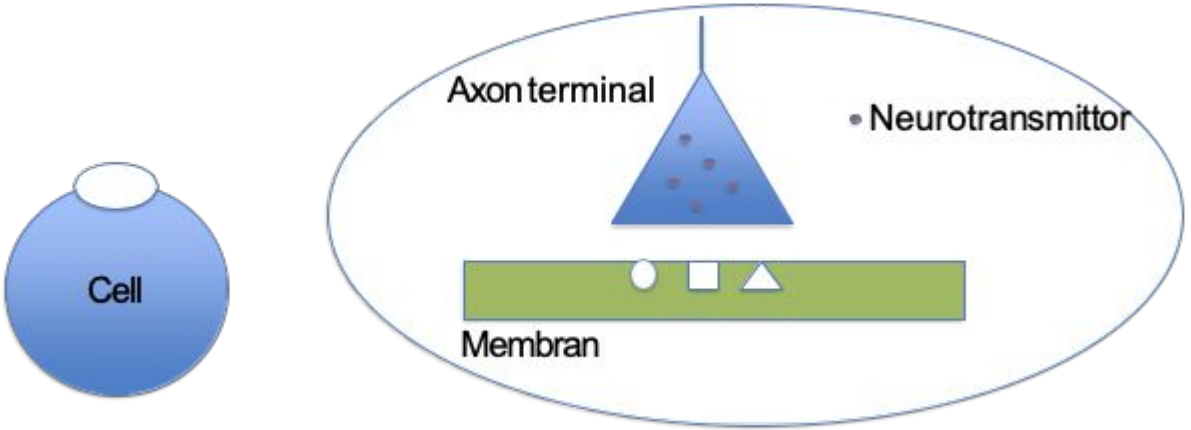
Typer av neuroner



Signalöverföring via synapser



Receptorer



Neurotransmittorernas uppgift

- Vandrar från en nervcell och binder in till mottagarcellens cellmembran
- Väl framme kan de trigga kemiska reaktioner i mottagarcellen
- De kommer med ett meddelande kom hur cellen behöver reagera, receptorer för olika neurotransmittorer kan finnas på flera olika celler som har skilda uppgifter

Katekolaminer

- Gruppen består bland annat av de i dagligt språk troligen mest omtalade neurotransmittorerna; Dopamin, Noradrenalin, och Adrenalin
- Molekylerna ingår i samma grupp eftersom dess strukturella grund är densamma
- Insöndras av binjuremärgen vid bland annat psykisk stress och låga nivåer av blodsocker

Dopamin

- Är med och reglerar ett flertal vitala funktioner; glädje, uppmärksamhet och även motorik
- Överskott på dopamin kan ofta uppmätas vid psykoser
- Underskott kan leda till tung depression, ADHD men även sjukdomar som “Restless Legs” och Parkinsons

Dopamin forts.

- Dopamin utsöndras som en reaktion/svar på det att kortisol utsöndras vid stress
- Leder först till att vi under ett tidigt stadie av stress kan uppleva att vi är mer uppmärksamma, fokuserade och motiverade
- Vid långvarig stress minskar dopaminreceptorernas känslighet och effekten blir motsatt; ångest och depression

Noradrenalin

- Är ett förstadium till adrenalin och kan vara den viktigaste neurotransmittorn i det sympatiska nervsystemet
- För signaler från det centrala nervsystemet till bland annat hjärta, blodkärl och njurar
- När noradrenalin binder in till receptorer i hjärtat ökar dess prestationsförmåga i form av hjärtfrekvens, slagvolym och kontraktionskraft

Noradrenalin forts.

- Noradrenalin neurologiskt sett har påverkan på aktivitet och vakenhet
- Vid depression anses nivåerna av noradrenalin i hjärnan vara sänkta
- Studier visar att låga nivåer av noradrenalin har en direkt korrelation med gott humör och en bra sinnesstämning

Adrenalin

- Kroppens naturliga dopningsmedel
- Syntetiseras från noradrenalin i en kemisk process
- Utsöndras kontinuerligt i små koncentrationer och mängden ökar kraftigt vid fysiskt arbete, ilska och stress (“fight or flight”)

Adrenalin forts.

- Receptorer som binder in adrenalin (adrenerga receptorer) finns på många av kroppens organ och kan därför få många effekter
- Blodflöde till hjärta och muskler kan öka som gör kroppen redo för fysiska påfrestningar
- Kan binda till lungorna och öka andningshastighet och även göra det lättare att andas

Adrenalin forts.

- Adrenalin skyndar på och stimulerar vissa metabola processer vilket leder till en ökad mängd av fria fettsyror och glukos i blodet som vi sedan kan använda som energi
- Kortsiktigt den ultimate prestationshöjaren
- Svår att stimulera spontant och kontinuerligt

Acetylkolin

- Acetylkolin finns bland annat i synapserna som jobbar mellan nerver och muskler
- Neuroner skickar signaler i form av acetylkolin som binder till en receptor på den tänkta muskeln och kontraktion uppstår, det bundna acetylkolinet bryts sedan snabbt ned för att muskeln direkt ska kunna ta emot nya signaler

Acetylkolin forts.

- Muskelsjukdomen MG (myasteni) beror på nedbrytning av acetylkolin-receptorer i synapsen, följden blir att acetylkolin inte kan förmedla budskap och ingen kontraktion kan ske i muskeln
- Medverkar också i hjärnan där den bidrar till att hjärnans elektriska aktivitet bibehålls (=vakenhet)

Serotonin

- Har sin huvudsakliga uppgift i att reglera tarmsystemet
- En annan del används i hjärnan som en mättnadssignal
- Resten fungerar som tillväxtsignal ute i kroppen

Serotonin forts.

- Matlukt utsöndrar dopamin och serotonin vilket ökar vår aptit
- En uttänjd magsäck leder till bromsad produktion av dopamin via serotonin
- Finns läkemedel vars bieffekter stänger av serotoninreceptorer = ständig aptit

GABA

- GABA är en hämmande substans i nervsystemet
- Utsöndras i synapsen och hindrar signalöverföring mellan nervceller
- Vissa GABA-receptorer reagerar på alkohol och lugnande medel = samma verkan som GABA
- Förstärker varandras effekt = livsfara
- GABA flyttar korttidsminne till långtidsminne
- Alkohol kan rubba nivåerna av GABA jämfört med andra neurotransmittorer vilket kan leda till minnesluckor

Histamin

- Utsöndras endas i vaket tillstånd
- Påverkar bland annat immunförsvaret och regleringen av andra neurotransmittorer
- Neurologiskt påverkad det vakenhet, nyfikenhet, inlärning och minne
- Flera symtom på infektion beror på att utsöndringen av histamin ökar i blodet som en försvarsmekanism

Tillväxthormon (GH)

- Anledningen till att vi växer som barn
- Hos färdigväxta stimulerar GH proteinsyntesen, ökar fettförbränningen och ämnesomsättningen
- Brist som barn = dvärgväxt, överproduktion = jätteväxt
- Överproduktion som vuxen = aktromegali, leder till broskutveckling i ansikte, fötter och händer

Insulinliknande tillväxtfaktor (IGF)

- Verkar ofta tillsammans med- och reglerar GH
- IGF-1 är den mest omtalade varianten
- Produktionen ökar vid god fysisk hälsa och vid träning
- Ökade nivåer har i studier visats påverka tillfrisknandet efter stroke positivt
- Har i andra studier visats öka sannolikheten för vissa bla. Tjocktarms-, bröst- och prostatacancer

Testosteron

- Ursprunget till anabola steroider
- Minskar kroppsfett, ökar muskelmassa, ökar muskelstyrka, ökar bentäthet och stärker sexualdrift
- Höga nivåer testosteron har i studier visats öka risktagande och till viss grad minska känslan för empati hos kvinnor
- Största delen testosteron som bildas hos kvinnor omvandlas till östrogen

Kortisol

- Utsöndras framförallt vid stress och är ett katabolt hormon
- Ökar kortsiktigt immunförsvarets effekt och hjälper metabolismen med nedbrytning av fett och protein
- Höga halter kan leda till längre läkningstid på sår
- Katabol effekt vid utsöndring knuten till svält eller lång fysisk ansträngning

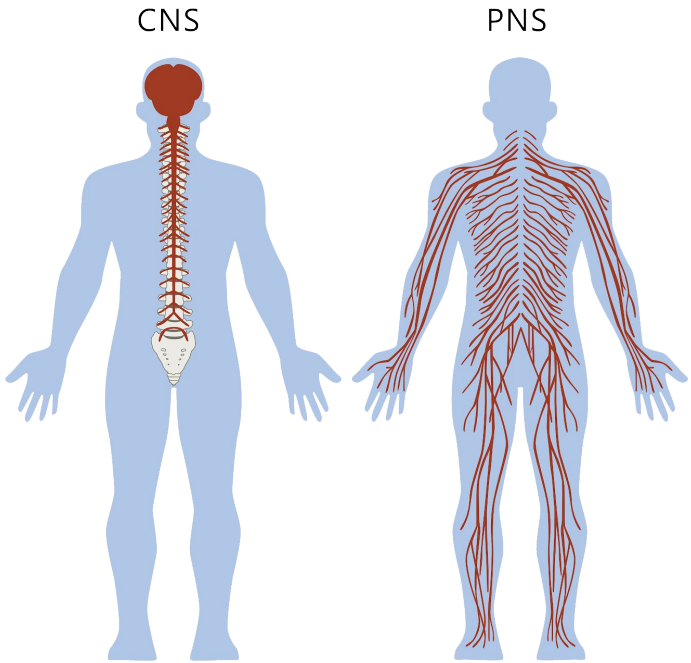
Jakten på höga nivåer testosteron och GH

- Träningsprogram (specifikt antal set, reps, vila, längd) som “optimerar” hormon-nivåer i form av testosteron och GH
- Kort vila och relativt hög volym föreslås
- Träning som aktiverar stora muskelgrupper/helkroppspass leder till högre nivåer av testosteron och GH
- Samma typ av träning ökar nivåerna av kortisol

Del 3 - Människans nervsystem

- CNS - Centrala nervsystemet
- PNS - Perifera nervsystemet

CNS tar emot och behandlar information från PNS



Perifera nervsystemet

- Består av alla nerver utanför CNS
- Binder samamn kroppen med CNS
- Agerar som en mellanhand eller budbärare
- Sensoriska nerver leder information till CNS
- Motoriska nerver skickar signaler till organ eller muskler
- Alla nervtrådar i PNS är direkt eller indirekt sammankopplade med CNS; agerar aldrig på egen hand

Perifera nervsystemet forts.

Somatiska nervsystemet

- Består av nerver som styrs våra viljestyrda muskler samt nerver som skickar vidare “känselimpulser” från huden och musklerna

Autonoma nervsystemet

- Består av nerver som styr våra icke-viljestyrda organ som hjärta, mage och lever
- Bildas av det sympatiska och det parasympatiska nervsystemet

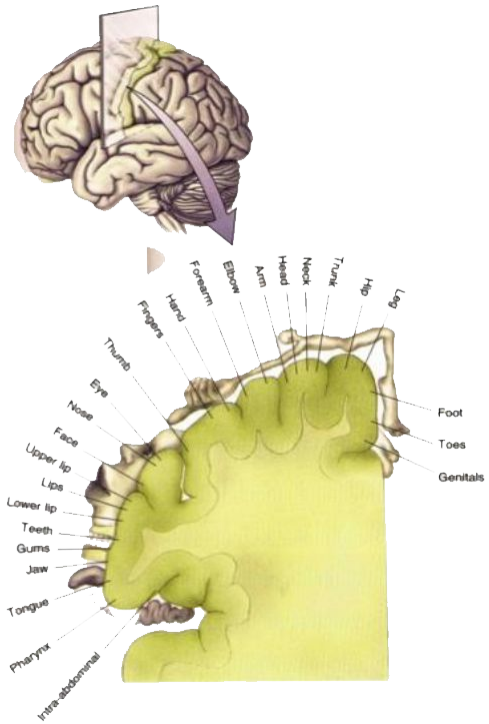
Sympatiska nervsystemet

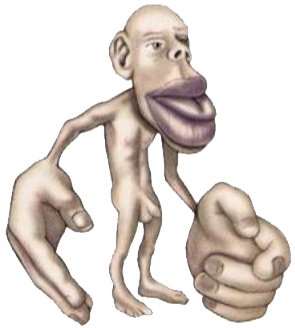
- ➢ Aktiveras då vi blir utsatta för fysisk eller psykisk stress
  - Omfördelar blodflöde från matspjälkningsapparaten
  - Pupillerna vidgas
  - Hjärtfrekvens och blodtryck höjs
  - Utsöndring av ett blodsockerreglerande hormon ökar vilket släpper ut glukos i blodet som kan användas som snabbt bränsle
- ➢ “Fight or flight”
- ➢ Reglerar akuta processor

Parasympatiska nervsystemet

- ➢ Aktiveras då kroppen är i vila
  - Stimulerar matspjälkningen
  - Sänker nivåer av stresshormon och utsöndras oxytocin
  - Sänker blodtrycket
  - Ökar effekten av kroppens läkningsprocesser
- ➢ “Rest and digest”
- ➢ Reglerar “mindre brådskande” processer

Alla kroppsdelar har sin plats i hjärnan





- Våra kroppsdelar är länkade till delar av hjärnan
- Vissa är mer utvecklade och tar upp en större yta
- En förklaring till hur fantomsmärtor kan uppstå

Vad gör nervsystemet för vår träning?

- Nervsystemet är en otroligt central del av träning - “Det sitter i ryggraden”
- Går att träna upp och kan tillåta kroppen att prestera över sina rent muskulära barriärer
- Belastas olika mycket beroende på träningens upplägg - vad är optimalt? - hur vilar jag?
- Hur definierar man överträning? Vad innebär det och kan man motverka det?

Träna som ung

- Väldigt begränsad möjlighet till hypertrofi (ökad muskelmassa)
- Större delen av styrkeutvecklingen hos barn beror på nervsystemet
- Deras nerver blir bättre på att signalera och aktivera/använda muskler

Sömncykler

REM - Rapid eye movement

- Ytlig sömn, drömmer mycket
- 20-25% av totala sömnen hos vuxna
- Hjärtfrekvens, andnings och blodtryck ökar
- Större perioder av REM fram emot morgonen
- muskelavslappnad/orörlig under REM pga hämning av vissa neurotransmittorer

Sömncykler

NREM - Non rapid eye movement (4 stadier)

1. Insomningsstadie: allmän avslappning och nedvarvning, lätt att väckas
2. Kroppen är avslappnad: låg motorisk aktivitet, drömlika tankar
3. Djupsömn: total avslappning, blodtryck och kroppstemperatur sjunker, återhämtningsfas, desorienterad om man blir väckt
4. Mycket lik fas 3, det är när man blir väckt under djupsömn som man kan känna sig sliten dagen därpå, även om man sovit tillräckligt många timmar

Sömnens funktioner

- Dess funktion har fortfarande många oklarheter
- Återhämtande, kroppen behöver balans mellan anabola och katabola processer
- Tillväxt, utveckling och reparation
- Hjärnans “avloppssystem” är dubbelt så aktivt när vi sover
- GH och kortisol

Sömnens funktioner forts.

- Återhämtning - återuppbyggnad av det vi gjort av med under dagen
- Vissa gener som reglerar olika typer av återhämtningsfunktioner och metabola processer aktiveras endast när vi sover
- Minne - problem med sömn är tydligt bundet till inlärningsprocesser och förmågan till problemlösning minskar kraftigt

Bieffekter av sömnbrist

- Ökat begär till stimulerande medel i form av alkohol, droger och koffein
- Viktuppgång - nästan 50% av de som sover runt 5 timmar eller mindre per natt är överviktiga - Ghrelin ökar sockersuget
- Stress - ihållande stress relaterat till sömnproblem leder till sämre immunförsvar
- Studier av hög kvalitet har visat på att nattarbetare har en högre risk att drabbas av cancer
- Dålig sömn under fyra eller fler nätter i rad har visat påtagliga effekter på både maxstyrka och uthållighet

Mental hälsa

- Neurologiska nätverken som ger oss en stabil mental hälsa och de som ser till att vi har normala sömncykler överlappar
- Detta innebär att problem med de ena kan generera problem med det andra
- Forskning har visat att många som senare i sitt liv fått bipolär sjukdom lidit av sömnproblem i större delen av sina liv

Negativa effekter på sömn

Stress

- Välkänt och vanligt att stressade personer upplever svårigheter i att nå djupsömn

Nikotin och alkohol

- Alkohol må ha en lugnande effekt och många tror att det till fördel kan användas för att somna lättare, sanningen är att alkoholens effekt endast liknar biologisk sömn - djupsömn nås ej i samma utsträckning som vid naturlig insomning

Syntetiska sömnmedel

- Samma som för alkohol samt att de kan rubba nivåer av andra horm/neurotransmittorer som kan leda till bland annat depression

Sömn: sammanfattade effekter

Tillräcklig sömn

- ↑ Koncentration
- ↑ Uppmärksamhet
- ↑ Beslutstagande
- ↑ Kreativitet
- ↑ Social kompetens
- ↑ Allmän hälsa

Sömnbrist

- ↑ Humörsvängningar
- ↑ Stress
- ↑ Ilska
- ↑ Impulsivitet
- ↑ Sötsug
- ↑ Sug efter alkohol/tobak

Alkohol

- Alkohol dödar hjärnceller - eller?
- Har ingen specifik receptor men strukturen hos etanol gör att den kommer åt alla delar av hjärnan och dess nervceller
- Stimulerar “lustcentra” och “belöningscentra”
- Påverkar neurotransmittorer och regelbundet intag kan skade dess receptorer

Alkohol och träning

- En fylla gör att du förlorar en veckas träning - stämmer det?
- Muskelkontraktionsförmågan försämras
- Då etanol finns i kroppen blir det en prioritet att bli av med den, vilket leder till att flera delar av metabolismen försämras
- Syn, balans, minne och motorik försämras genom alkoholens effekt på CNS
- Etanol stör muskelproteinsyntes

Dricka alkohol efter träning

- Det har gjorts en del studier på detta men deras resultat har inte varit allt för övertygande
- Vid intag av alkohol ca 30 minuter efter träning kan en tendent till aningen större muskelskador observeras
- Mängden alkohol visar sig ha stor betydelse
- Största problemen kan ligga i det höga kaloriinnehållet samt kopplingen mellan alkohol och sömn

Doping - AAS

- För att vi ska kunna lägga på oss muskelmassa har vi muskelceller
- Dessa celler har till skillnad från andra celler flera cellkärnor
- Antalet kärnor bestämmer hur stor muskelvolym en muskelcell kan försörja
- När denna maxvolym är uppnådd måste antalet cellkärnor i muskelcellerna öka för att vi ska kunna lägga på oss mer muskler

Doping - AAS

- För att en muskelcell ska kunna bilda fler cellkärnor används så kallade satellitceller
- Processen är långsam och är troligtvis anledningen till att det är svårare att lägga på sig muskelmassa ju mer vältränad man är
- Steroider (testosteron) höjer aktiviteten på våra satellitceller vilket bidrar till fler cellkärnor i muskelcellerna och vi kan bygga mer muskler snabbare
- Välkända och tydliga bieffekter - högt blodtryck, kan öka risken för cancer, håravfall och acne

En gång dopad, alltid dopad?

- Studier har utförts på möss där man gett en grupp steroider (testosteron) och visat att antalet cellkärnor i muskelcellerna ökat markant
- Efter denna dopnings-fas fick mössen vila i tre månader - det visade sig att de dopade mössens muskler inte längre var starkare än den icke-dopade gruppens
- Då mössen fick börja “träna” igen visade det sig dock att de tidigare dopade mössen fortfarande hade många fler cellkärnor i sina muskelceller vilket ledde till snabbare muskeltillväxt

Andra preparat

Stimulantia - ex. Amfetamin och efedrin

- Liknar neurotransmittorerna adrenalin och noradrenalin
- Försämrar kroppens varningssystem vilket tillåter oss att tömma kroppen på all tillgänglig energi
- Biverkningar i form av stress/aggression

EPO (erytropoetin)

- Ökar mängden röda blodkroppar vilket leder till en högre syreupptagningsförmåga
- Kan bidra till högt blodtryck och göra blodet mer trögflytande vilket ökar risken för hjärtinfarkt

Slutsats

- En bra PT tänker steget längre och lär ut mer än armbågarnas position i bänkpress
- Behandla nervsystemet med respekt och se till att det får tillräckligt med vila
- Betona vikten av sömn - det är en genväg till både resultat och prestation