TEKST • MARGREET VAN MIDDELKOOP

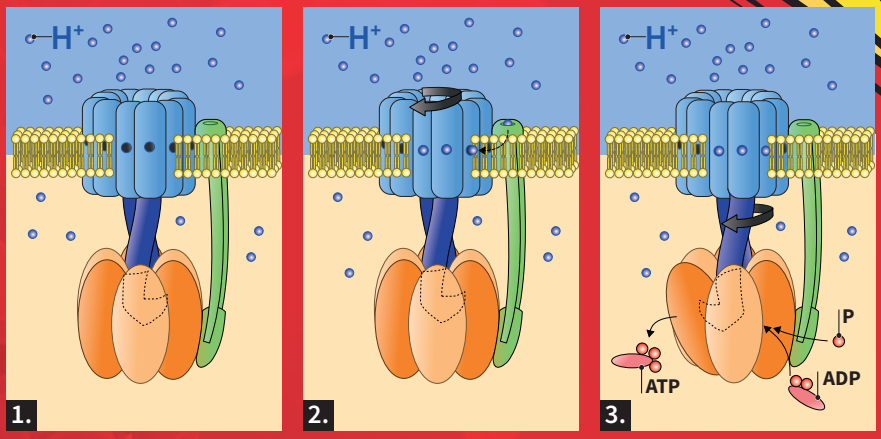
ENERGIECENTRALE IN JE CELLEN

Hightech op molecuulniveau

In je lichaam gebeurt van alles tegelijk. Processen die je niet zelf in de hand hebt. Terwijl je longen zuurstof opnemen, wordt je eten verteerd en trekken je spieren samen. Om die levensbelangrijke processen goed te laten verlopen, is er voortdurend energie nodig. Die wordt door speciale machientjes geleverd, die in al je cellen zitten. Moet je zien hoe mooi die gemaakt zijn!

Mitochondriën zijn de energiefabriekjes van je cellen. Gemiddeld zitten er zo'n 500 mitochondriën in elke cel.

WONDERLIJK COMPLEX

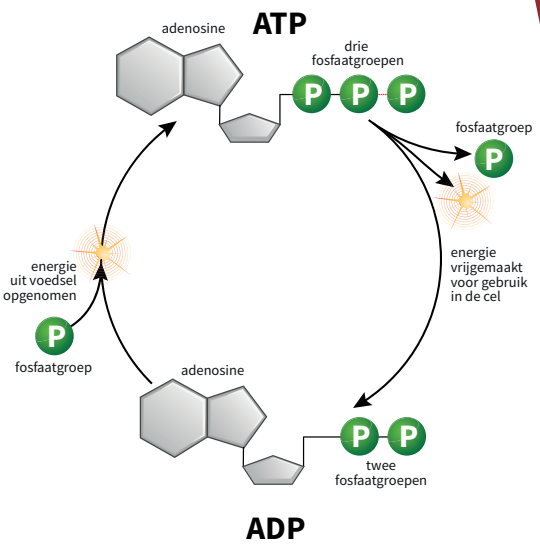


De ATP-machine die je hierboven ziet weergegeven 1. zit zo complex in elkaar dat een evolutionistische ontstaansverklaring er niet geloofwaardiger op wordt. Onderzoekers ontdekten dat de kop van deze machine 21.000 rondjes per minuut draait 2.. Daarbij zet hij 63.000 ADP-moleculen om tot ATP 3.. De machinekop draait zó snel dat onderzoekers hem met bepaalde eiwitten moesten vertragen om hem te kunnen bestuderen. Maar als hij zo hard draait, zou je denken dat hij los zou schieten van het celmembraan. Dat is niet het geval. Hij is namelijk op een complexe manier bevestigd zodat hij – bij de snelheid waarmee hij draait – nooit losraakt.
Iets anders waaruit blijkt hoe precies de verschillende onderdeeltjes op elkaar zijn afgestemd, is de balans tussen de verschillende stoffen in en buiten de cel; en dan met name de verhouding tussen ADP en ATP. Om de machinekop te laten draaien, moet die precies in balans zijn. Als dat niet zo is (en dat gebeurt bijvoorbeeld 's nachts) zal de aanmaak van ATP worden geremd. Tegenwoordig probeert men steeds kleinere mechanismen te bouwen, bijvoorbeeld voor drones. Maar zo klein als de ATP-machine, dat is de mens nog niet gelukt. Laat staan dat dit ooit door toeval zou zijn gebeurd.

De energie die nodig is voor de processen in je lichaam wordt geleverd door speciale energiedragertjes. De belangrijkste in je cellen is adenosinetrifosfaat (ATP). Dit wordt gemaakt uit adenosinedifosfaat (ADP). Het verschil tussen die twee is dat ATP drie fosfaatgroepen heeft en ADP maar twee. Van deze twee moleculen is alleen ATP een bruikbare energiedrager; die levert op de meest efficiënte manier energie door de verbinding tussen de laatste twee fosfaatgroepen te verbreken (zie figuur rechts).

STUWDAMPRINCIPE

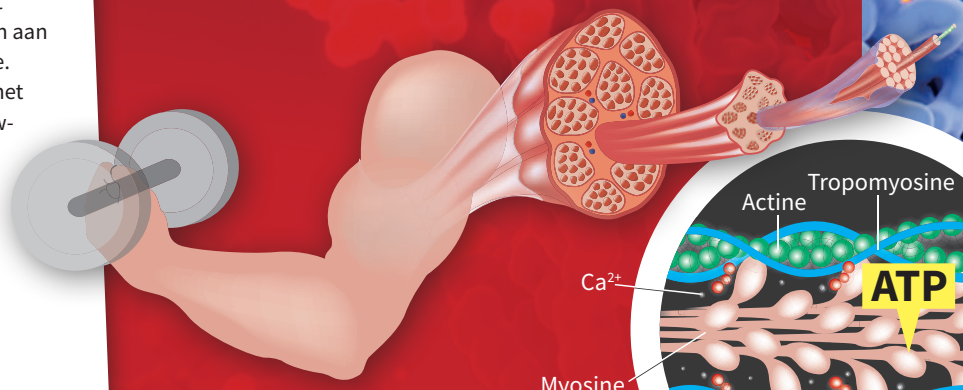
Maar hoe maak je van ADP nou ATP? Dat gebeurt op verschillende manieren, afhankelijk van het organisme dat je bekijkt. Bij een plant gebeurt het anders dan bij een dier. In het voorbeeld hieronder wordt de 'dierlijke methode' uitgelegd, die ook in je eigen cellen voortdurend plaatsvindt.
In dierlijke cellen wordt ATP gemaakt in de mitochondriën. Dat zijn de energiefabriekjes in de cel. In cellen waar vaak veel energie nodig is, zoals in de spieren, zitten meer mitochondriën dan in bijvoorbeeld huidcellen. In een mitochondrium zitten complexe machientjes die ADP omzetten in ATP 1.. Hun werking kun je het beste vergelijken met die van een turbine in een stuwdam: het water gaat van de ene kant van de dam naar de andere kant en komt dan langs een grote turbine. Het stromende water zorgt ervoor dat die gaat draaien en zo wordt energie opgewekt 2..

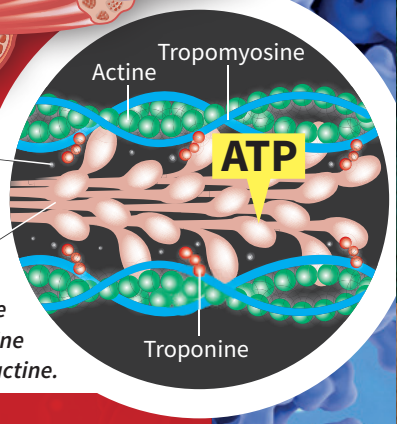


ATP en ADP zijn beide energiedragers. ATP heeft drie fosfaatgroepen en ADP twee. Het efficiëntste is om de verbinding tussen de laatste twee fosfaatgroepen van ATP te verbreken. Dat levert netto de meeste energie op.

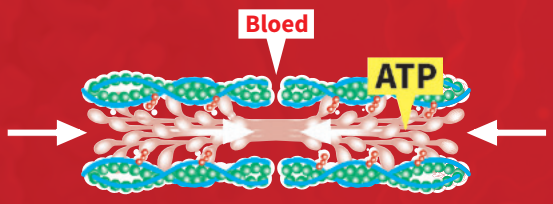
HET MECHANISME VAN SPIERSAMENTREKKING

Een spier bestaat uit allemaal bundels van vezels. De kleinste vezelbundels zijn opgebouwd uit myosine en actine. Tijdens het samentrekken van je spieren trekt het myosine zich op aan het actine. Voor dit optrekken is energie nodig, die gehaald wordt uit ATP.

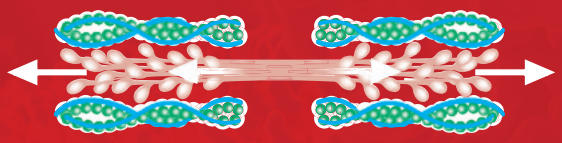




Zenuwimpulsen veroorzaken een biochemische reactie die ervoor zorgt dat myosine vast gaat zitten aan actine.



Samengetrokken spier



Ontspannen spier

Een vergelijkbaar proces vindt plaats bij de aanmaak van ATP. Waterstofionen willen van de ene kant van een membraan, dat zich in het mitochondrium bevindt, naar de andere kant. Dat komt doordat de concentratie waterstofionen aan de ene zijde hoger is dan aan de andere. De waterstofionen passeren daardoor het ATP-machientje (de turbine uit het stuwdamvoorbeeld) en zorgen ervoor dat die gaat draaien. De draaiende kop van het ATP-machientje maakt vervolgens de ATP. Dat doet hij door aan ADP een extra fosfaatgroep toe te voegen, dat los in de cel 'rondzwom' 3.
Het mooie van dit proces is dat er ook systemen zijn die ervoor zorgen dat de waterstofionen kunnen worden hergebruikt. Waterstofionen die via het machientje door het membraan heen zijn gedrongen, worden met behulp van speciale pompjes teruggebracht naar waar ze vandaan kwamen. Dat gebeurt door de energie te gebruiken die vrijkomt tijdens het verbrandingsproces van voedsel. Hierdoor raakt het 'stuwmeer met waterstofionen' niet leeg. Is dat niet inventief?

ENERGIEVERBRUIK

De energie die in ATP is opgeslagen, wordt voor vier werkzaamheden gebruikt:

- Chemische werkzaamheden, die bestaan uit het maken van grote moleculen. De opbouw van grote moleculen, zoals DNA, uit kleinere bouwstenen kost namelijk energie. Vergelijk het maar met het bouwen van een Lego-huis: je investeert energie om de blokjes op elkaar te duwen.
- Het transport van stoffen tussen cellen. Je kunt hierbij denken aan voedingstoffen. Die worden via pompen naar een andere plek gebracht, maar deze pompen hebben daar ook weer energie voor nodig. En die halen ze uit ATP.
- De communicatie tussen cellen. Voor de uitwisseling van informatie (chemische stoffen) tussen cellen.
- Mechanische werkzaamheden, die bijvoorbeeld door je spieren worden uitgevoerd zodat die zich kunnen samentrekken en ontspannen (zie figuur hierboven). In spieren zitten bewegende vezels over elkaar heen die opgebouwd zijn uit myosine- en actine-eiwitten. Myosinevezels trekken zich op aan actinevezels en daardoor wordt je spier korter. Dat optrekken kost energie en die levert ATP.

BLIJF WEL ETEN!

De productie en het verbruik van ATP blijft gedurende je hele leven doorgaan. Telkens als er energie is gebruikt en er ADP ontstaat, wordt die ADP weer samengevoegd met een fosfaatmolecuul tot ATP.
Natuurlijk is het wel nodig dat je blijft eten en drinken. Bij de verbranding vrijkomende energie kun je dan inzetten om de waterstofionen na gebruik weer naar de andere kant van het membraan te krijgen. Hierdoor kunnen je lichaamsprocessen voortdurend door blijven gaan.
Hoe dieper wetenschappers op de cel inzoomen, hoe meer ze vinden om verwonderd over te zijn. Er zijn mensen die volhouden dat dit het werk is van op elkaar gestapelde toevalligheden gedurende miljoenen jaren. Je kunt ook uitgaan van een Ontwerper die dit schitterende ATP-bouwplan in korte tijd maakte. Voor beide standpunten is geloof nodig. De vraag is alleen: aan Wie geef je de eer? w

• WEET MEER:
www.weet-magazine.nl/ATP