

30. REGELING BLOEDSUIKERSPIEGEL MET SUIKER

De regeling van de bloedsuikerspiegel wordt meestal aangeleerd door middel van een pijlschema met plaatjes en tekst. Deze simulatie laat leerlingen zelf ervaren hoe door het functioneren van verschillende organen de bloedsuikerspiegel onder verschillende omstandigheden min of meer constant blijft. Dit uitbeeldpracticum is ontwikkeld door Caspar Geraedts (VU Lerarenacademie, Amsterdam), in samenwerking met Ingeborg van der Neut (Ludger College, Doetinchem) en Onne van Buuren (VU Lerarenacademie, Amsterdam).

duur	één lesuur (50 minuten), incl. voor- en nabespreking
doelgroep	bovenbouw havo/vwo
doelen	<p>Leerlingen kunnen uitleggen:</p> <ul style="list-style-type: none">• welke rol de volgende organen spelen bij de regulatie van de bloedsuikerspiegel: de eilandjes van Langerhans, de lever, spieren en de darmen;• dat bij homeostase sprake is van een normwaarde, en dat afwijkingen van die waarde een reeks processen in gang zetten die ervoor zorgt dat de normwaarde weer bereikt wordt;• dat insuline en glucagon antagogen van elkaar zijn;• dat hormonen niet gericht naar hun doelwitorganen toe bewegen (maar zich overal in het bloed bevinden);• dat hormonen een beperkte levensduur hebben (en waarom dat nodig is), en dat hormonen worden afgebroken in de lever;• op welke manier de regulatie van de bloedsuikerspiegel is verstoord bij diabetes mellitus (type 1 en 2), en hoe de bloedsuikerspiegel met insuline-injecties kan worden gereguleerd.



rollen

De precieze aantallen materialen die je nodig hebt hangen af van het aantal leerlingen in de klas. Belangrijk om te weten is dat leerlingen in dit practicum óf een bloeddruppeltje voorstellen óf (onderdeel van) een orgaan. Het bloed opereert in groepjes van vijf: vier leerlingen transporteren suiker en hormonen door de bloedsomloop, en één leerling noteert de metingen. Daarnaast heb je *acht tot tien* leerlingen nodig die verantwoordelijk zijn voor het functioneren van een specifiek orgaan:

- drie of vier leerlingen zijn de eilandjes van Langerhans in de ALVLEESKLIER
- drie of vier leerlingen zijn de LEVER
- één leerling is de DARM
- één leerling is de SPIER

Het hart zit wel in het model, maar wordt niet vertegenwoordigd door een leerling.

nodig

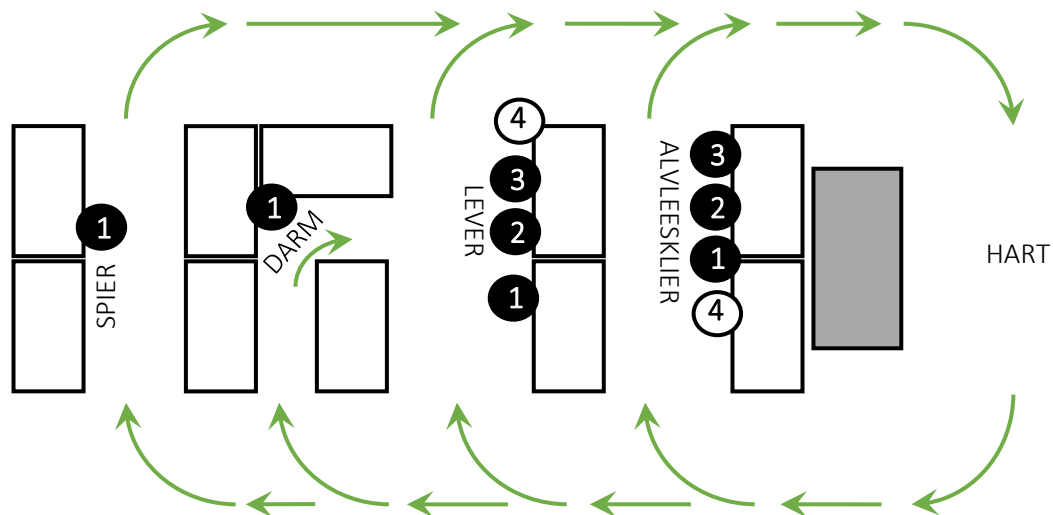
- 4 kg suiker (naderhand niet weggooien maar hergebruiken!)
- transparante bekers (4 per groepje - zie hierboven – en een paar extra voor de DARM)
- 5 bekeerglazen (o.i.d.), waarvan één groot (1L)
- 4 dessert- of theelepeltjes (moeten wel ongeveer even groot zijn)
- een weegschaal (voor de ALVLEESKLIER)
- bordjes voor de organen (ALVLEESKLIER, LEVER, DARM, SPIER en HART)
- hormoonbriefjes: insuline en glucagon (op verschillende kleuren papier geprint is handig)
- afplaktape/crêpetape (om de stroomrichting van het bloed op de vloer aan te geven)

voorbereiding

1. Verzamel de materialen. Print de instructies voor de organen en de bloed-groepjes. Print (en knip/snij) ook de hormoonbriefjes. Gebruik voor insuline en glucagon elk een andere kleur.
2. Zet de tafels in het lokaal zó neer dat een (sterk vereenvoudigde) bloedsomloop ontstaat (zie afbeelding op de volgende pagina). Leg de bordjes voor de organen op de desbetreffende tafels. Leg bij elk bordje (m.u.v. het HART) een groot bekeerglas, en één of twee lepeltjes. Leg de weegschaal en een stapel hormoonbriefjes op de tafel van de ALVLEESKLIER. Markeer de stroomrichting van het bloed met tape.
3. Zet bij elk orgaan een bekeerglas om de suiker die opgenomen wordt voor verbranding in weg te gooien.
4. Zet bij de LEVER een tweede bekeerglas (groot!) voor de glycogeenopslag. Vul dat bekeerglas met (minimaal) 500 g suiker.
5. Voorzie de bekertjes van een letter, om de groepjes aan te duiden (dus 4 bekertjes met een A, vier bekertjes met een B, etc.). Vul elk bekertje met 85 g suiker (dat staat symbool voor 85 mg/dL). Leg bij elk groepje van vier bekertjes 8 insulinebriefjes, en 24 glucagonbriefjes.

6. voor de simulatie **na een maaltijd**:

Zet bij de DARM een aantal bekertjes, elk gevuld met 100 g suiker (dat staat symbool voor glucose die uit voeding wordt opgenomen).



Inrichting van de klas voor het uitbeelden van de regulatie van de bloedsuikerspiegel met suiker (bovenaanzicht). Plaats de tafels zó dat de bloed-groepjes door de bloedsomloop (gemarkeerd door de pijlen) kunnen lopen. De getallen geven de plaatsen aan van de leerlingen die de rol van een orgaan spelen (de leerlingen 4 bij de lever en de alvleesklier kunnen evt. weggelaten worden). De grijze rechthoek stelt het bureau van de docent voor (maar er kunnen natuurlijk ook andere tafels gebruikt worden). Stoelen zijn in principe niet nodig.

uitvoering: het model verkennen

1. Vergelijk de anatomie van de bloedsomloop met het model in de klas. Waar zitten de aorta, de poortader en de leverslagader? Waar zit (eigenlijk) de kleine bloedsomloop?
2. Vertel dat de bloedsuikerspiegel in je lichaam schommelt rondom de 85 mg/dL; dat wordt in deze simulatie voorgesteld door de suiker (85 g per bekertje). Let op: de concentraties hormoon zijn veel lager (nano- of zelfs picogrammen per mL).
3. Deel de rollen met de taakbeschrijvingen, en de bijbehorende materialen uit. Laat de organen plaatsnemen op de goede plek in de bloedsomloop. De bloeddruppeltjes starten in het HART. Binnen de groepjes moeten de hormoonbriefjes zo eerlijk mogelijk verdeeld worden binnen het groepje van vier: elke leerling heeft steeds 8 hormoonbriefjes (dat blijft zo tijdens de hele simulatie).
4. Doe een klassikaal proefronde met het eerste groepje. Laat het groepje één cyclus doorlopen, en laat elk orgaan kort hardop vertellen wat daar gebeurt. De leerlingen lopen terug richting hart. Benadruk dat de samenstelling van het bloed (concentratie hormonen en glucose) nu verschilt per bloedvat. Het bloed wordt bij het hart weer gemengd: binnen het viertal moeten zowel het suiker als de hormonen zo *eerlijk mogelijk* verdeeld worden. Laat de leerling die de metingen bijhoudt de eerste metingen op het leerlingenblad noteren.

uitvoering: de simulaties

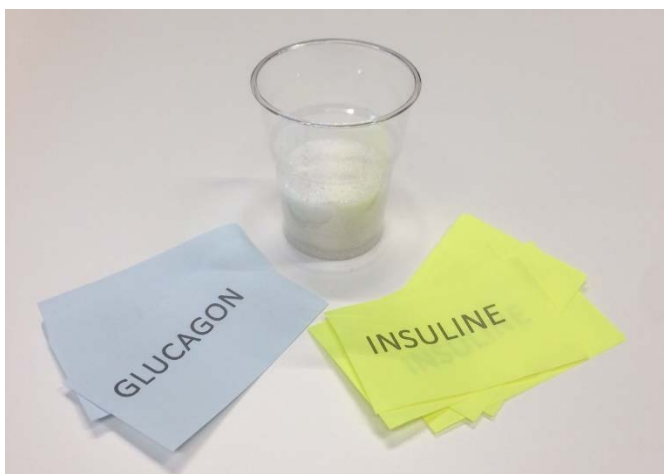
5. Start met een simulatie waarbij het lichaam **in rust** is (dus weinig inspanning, niet net na een maaltijd). Laat elk groepje zo'n 3 tot 4 cycli lopen. Wat gebeurt er met de bloedsuikerspiegel? En de hormoonconcentraties? Wordt er (netto) glycogeen geproduceerd of afgebroken?
6. Doe nu een simulatie **na een maaltijd**. De darm gaat nu gedurende 2 cycli suiker afgeven aan het bloed (100 g per cyclus) Laat elk groepje nog 2 tot 3 extra cycli lopen. Wat verandert er nu?
7. Doe tenslotte een simulatie **bij inspanning**. De spier gaat nu (veel) meer glucose opnemen (12 schepjes per cyclus). Wat verandert er nu?

(na)denkwerk

- Wanneer verwacht je dat de insulineconcentratie in je lichaam het hoogst is? Klopt dat met het practicum (bekijk de grafieken)? En wanneer de glucagonconcentratie? Waarom worden insuline en glucagon ook wel antagogen genoemd?
- Waar en wanneer verdwijnt er suiker/glucose uit het lichaam (overall, bij verbranding)?
- Wat zijn de doelwitorganen van insuline (allemaal!)? En van glucagon (de lever)? Waar in het lichaam vinden we beide hormonen (overall)? Waar vinden we receptoren voor deze hormonen (op de doelwitorganen).
- Wat zou er gebeuren als hormonen niet door de lever zouden worden afgebroken, maar voor altijd in het bloed zouden blijven (opeenhoping, hormonale regeling lukt niet meer)?
- Vergelijk de simulatie met het pijlschema uit lesmethode. Waar in het model zien we de normwaarde terug (in de afstemming tussen de hormoonafgifte van het eilandje van Langerhans, en het effect van die hormonen op de doelwitorganen)?
- Bespreek wat wel/niet aan het model klopt, o.a.: de afwezigheid van de kleine bloedsomloop, geen vertraging tussen meting en hormoonproductie, geen glycogeenopslag in de spier, etc.

aanpassen/uitbreiden

- Je kunt aan de hand van dit model ook uitbeelden, of in ieder geval bespreken, op welke manier de regulatie van de bloedsuikerspiegel is verstoord bij diabetes mellitus (type 1 en 2), en hoe de bloedsuikerspiegel dan met insuline-injecties kan worden gereguleerd. Je kunt dan ook de rol van de nieren bespreken, die suiker gaan uitscheiden (in urine) als de bloedsuikerspiegel te hoog wordt.
- Je kunt ook de rol van de hersenen bespreken, die zoveel glucose mogen opnemen als nodig, onafhankelijk van de aanwezigheid/concentratie van insuline.
- Dit uitbeeldpracticum biedt allerlei mogelijkheden om verder te modelleren met behulp van de Coach (een grafisch model is momenteel in ontwikkeling).



bijlagen

- instructies voor de leerlingen (let op: print de instructies voor de BLOED-groepjes, de LEVER en de ALVLEESKLIER op A3)
- hormoonbriefjes
- bordjes voor de organen (en evt. de bekersglazen)