

## Doping in rioolwater

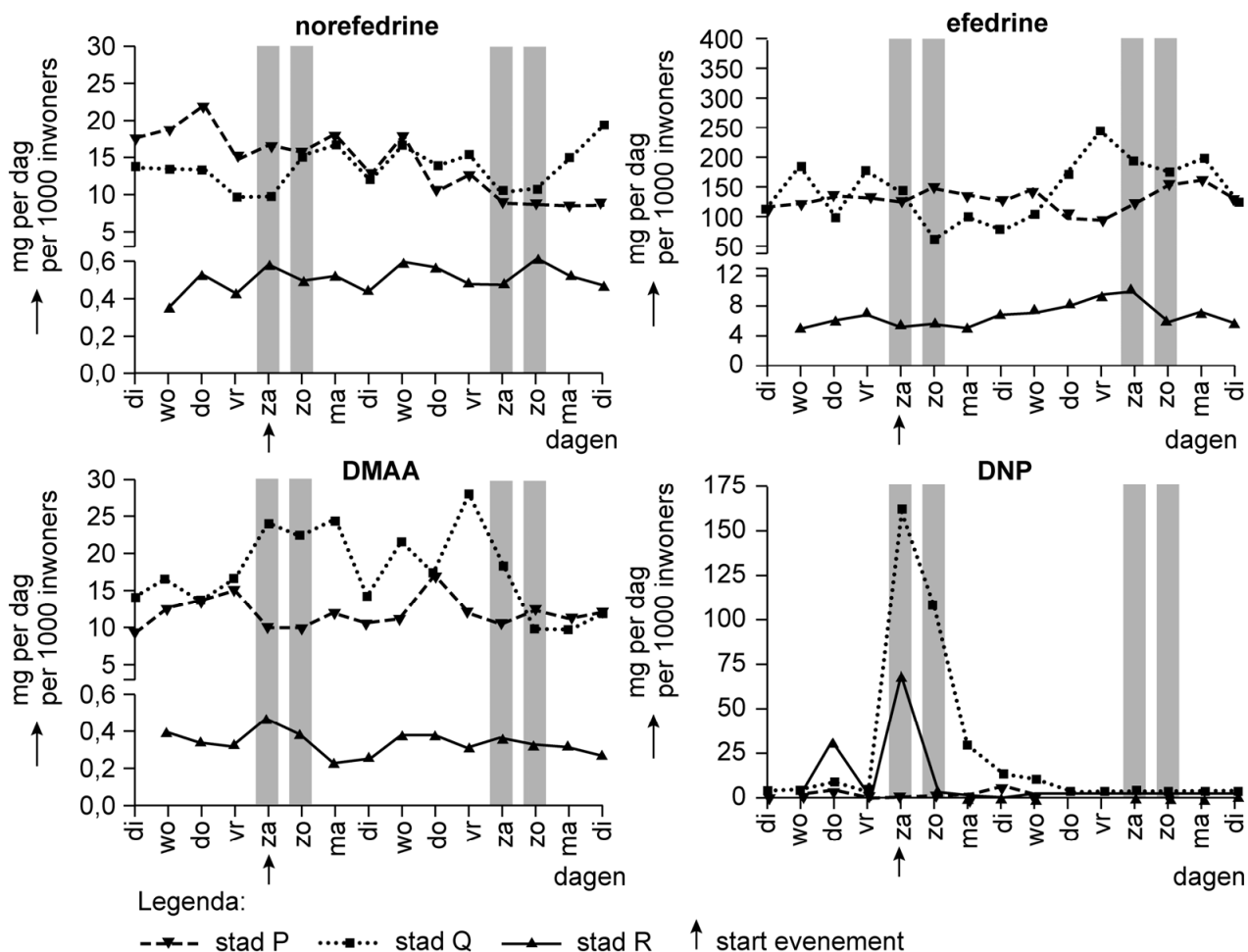
Op verzoek van het World Anti-Doping Agency (WADA) hebben wetenschappers van de Universiteit van Amsterdam onderzoek gedaan naar dopinggebruik in de sport. Zij analyseerden het rioolwater in drie Nederlandse steden voor, tijdens en na een groot sportevenement.

De concentratie van doping in rioolwater van een stad is een goede maat voor het gebruik van doping in die stad. In drie steden werd twee weken lang, dagelijks, meerdere keren per uur, een beetje rioolwater verzameld. Op de zaterdag van het eerste weekend van de onderzoeksperiode begon in elke stad een groot sportevenement:

- in stad P, een grote stad, een atletiekevenement van vijf dagen voor professionele sporters
- in stad Q, een middelgrote stad, een tweedaags bodybuilding-evenement voor amateurs
- in stad R, een kleine stad, een eendaags bodybuildingevenement voor amateurs

Het rioolwater werd in het laboratorium getest op verschillende stoffen. Afbeelding 1 toont de resultaten voor efedrine, norefedrine, DMAA (methylhexanamine) en DNP (2,4-dinitrofenol).

afbeelding 1



Efedrine, norefedrine en DMAA zijn voor sporters verboden om te gebruiken. De werking van deze stoffen komt overeen met die van (nor)adrenaline, maar met een sterker effect. Norefedrine ontstaat ook als afbraakproduct na het gebruik van amfetamine, een harddrug. DNP wordt gebruikt om af te vallen. De stof is verboden voor consumptie. Efedrine, norefedrine, DMAA en DNP worden snel uitgescheiden, en komen via urine in het rioolwater terecht.

De onderzoeksperiode besloeg twee weken (afbeelding 1). Bij een dergelijk onderzoek kan geen controlegroep worden gemaakt. Als controle worden daarom de metingen uit het tweede weekend van de onderzoeksperiode gebruikt.

- 2p **34** Licht toe dat van de metingen die zijn gedaan bij stad Q, die uit het tweede weekend het meest geschikt zijn als controle bij stad Q.

Over het rioolonderzoek en het resultaat ervan worden drie uitspraken gedaan:

- 1 De geteste middelen worden gebruikt door professionele atleten tijdens het evenement in stad P.
- 2 In stad P is het drugsgebruik per inwoner gemiddeld groter dan in stad R.
- 3 De maximale concentratie DNP in het rioolwater tijdens het evenement in stad Q is meer dan 20 keer zo hoog als normaal.

- 2p **35** Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende uitspraak **wel** of **niet** ondersteund wordt door de resultaten van het rioolonderzoek.

DMAA is een synthetische drug die door sommige sporters wordt gebruikt voor prestatieverbetering. DMAA heeft echter veel negatieve bijwerkingen, soms zelfs met dodelijke afloop. DMAA heeft eenzelfde werking als (nor)adrenaline en koppelt aan dezelfde receptoren, maar blijft daar langer aan gebonden.

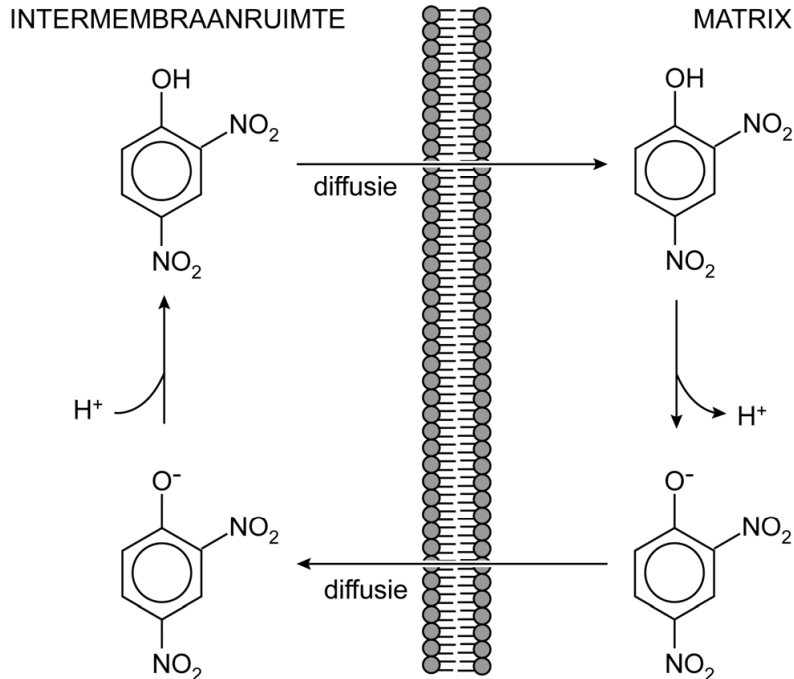
Sporters gebruiken doping om verschillende effecten te bereiken, zoals:

- 1 verwijding van de bronchiolen
- 2 vergroting van de alertheid
- 3 toename van de spiermassa

- 2p **36** Welk effect kan verwacht worden van het gebruik van DMAA?
- A alleen 1
  - B alleen 2
  - C alleen 3
  - D zowel 1 als 2
  - E zowel 1 als 3
  - F zowel 2 als 3

Het meest verontrustend was de vondst van DNP in het rioolwater. Gebruik van DNP kan namelijk ernstige gevolgen hebben voor de sporter. Deze stof bindt  $H^+$ -ionen in de intermembraanruimte, tussen de binnenmembraan en de buitenmembraan van de mitochondriën, en transporteert ze vervolgens door de binnenmembraan (afbeelding 2). Als gevolg hiervan wordt de synthese van ATP sterk verminderd.

**afbeelding 2**



2p 37 Leg uit hoe de ATP-opbrengst door het gebruik van DNP verlaagd wordt.

Sommige bodybuilders gebruiken DNP om hun hoeveelheid lichaamsvet te verminderen.

1p 38 Verklaar dat het gebruik van DNP leidt tot een afname van de hoeveelheid lichaamsvet.

Bij gebruik van DNP kan de lichaamstemperatuur oplopen tot boven  $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dit heeft geleid tot dodelijke slachtoffers.

- 2p 39
- Noteer een proces op molecuulniveau – veroorzaakt door de hoge temperatuur – dat schade aanricht.
  - Verklaar dat door deze schade processen in de cel minder goed verlopen.

**Bronvermelding**

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift.