

# Limits to fluid availability during exercise

## Citation for published version (APA):

Rehrer, N. J. (1990). *Limits to fluid availability during exercise*. De Vrieseborch.

## Document status and date:

Published: 01/01/1990

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

In summary the following conclusions can be made:

1. There is no effect of endurance training (with drinking) on gastric emptying of a ~600 ml liquid bolus during exercise.
2. There is no physiologically important effect of exercise intensity ( $\leq 70\% \dot{V}O_2\text{max}$ ) on gastric emptying.
3. There is no effect of type of exercise (bicycling v. running) on gastric emptying.
4. Adding sodium ( $140 \text{ meq.l}^{-1}$ ) and/or potassium ( $28 \text{ meq.l}^{-1}$ ) to a carbohydrate containing beverage has no effect on gastric emptying rate.
5. Strongly hypertonic ( $>800 \text{ mOsm.kg}^{-1}$ ) beverages increase gastrointestinal secretions, which may explain the increased prevalence of gastrointestinal symptoms in individuals who consume these types of beverages during endurance exercise.
6. Gastric emptying rate of an isotonic carbohydrate and sodium containing solution is equal to that of water, but intestinal absorption of water from the former is faster.
7. A glucose polymer solution offers little advantage relative to an isoenergetic glucose solution in terms of gastric emptying rate and oxidation rate of the carbohydrate, but may be of advantage due to reduced gastrointestinal secretions.
8. Gastric emptying can alter the amount of carbohydrate available for oxidation, but is not ultimately limiting for the amount of orally ingested carbohydrate which is oxidised during exercise.
9. Dehydration during exercise decreases the gastric emptying rate of a beverage and increases the risk of GI symptoms.
10. No one factor accounts for exercise-related GI symptoms; dietary as well as physiological factors influence the risk.



## SAMENVATTING

Dit proefschrift gaat nader in op de fysiologie en het functioneren van het maagdarmkanaal tijdens langdurige inspanning. Het gedane onderzoek spitst zich toe op de eerste fase van het verteringsproces van vloeistoffen, namelijk de maaglediging.

In verschillende studies is nagegaan wat de invloed van de trainingstoestand, de soort en intensiteit van de inspanning, de vochtbalans en de samenstelling van de geconsumeerde drank is op de maaglediging tijdens inspanning en in rust. De resultaten laten zien dat inspanning met een intensiteit van 70 procent, of minder, van het maximale zuurstofopnamevermogen geen effect heeft op de snelheid waarmee een vloeistof de maag verlaat. De snelheid van de maaglediging blijkt bij hardlopen en fietsen eveneens gelijk te zijn. Tevens is bij de geteste intensiteiten eveneens geen effect van training waar te nemen. Bij getrainde fietsers die er aan gewend zijn om tijdens de inspanning grote hoeveelheden drank te consumeren, blijkt de maaglediging niet sneller te zijn als bij ongetrainde personen.

De samenstelling van de drank (voornamelijk de hoeveelheid koolhydraten blijkt belangrijk te zijn) en het volume van de drank in de maag hebben wel een direct effect op de maaglediging. Als de concentratie koolhydraten in een oplossing hoog is, neemt de maaglediging van deze oplossing, gemeten in milliliters per minuut, af. Daarentegen neemt de hoeveelheid energie die de maag met deze oplossing verlaat, toe.

Een groot vloeistofvolume in de maag blijkt de maaglediging te versnellen. Na het innemen van een grote hoeveelheid drank is de maagledigingssnelheid hoog. Is het maagvolume vervolgens afgenomen, dan daalt ook de maagledigingssnelheid. Herhaald drinken (b.v. iedere 20 min 150 ml) kan, als hierdoor een aanzienlijk volume in de maag gehandhaafd blijft, de maaglediging stimuleren. De snelheid waarmee de drank de maag verlaat, kan dan op een hoog niveau gehouden worden. Dit effect van het volume op de maaglediging kan echter teniet gedaan worden indien de concentratie koolhydraten in een

drank hoog is. Het remmende effect van de hoge koolhydraatconcentratie zal dan het stimulerende effect van het volume teniet doen.

Koolhydraten welke tijdens de inspanning door middel van een drank worden ingenomen, worden na hun absorptie in het maagdarmkanaal gebruikt voor de energievoorziening. Dit laatste blijkt echter niet zo snel te gaan als het tempo waarmee zij uit de maag naar de darm zijn getransporteerd. Naast de maagledigingssnelheid blijken dus andere factoren de snelheid waarmee oraal toegediende koolhydraten gebruikt worden voor de energievoorziening te beïnvloeden. Een matig geconcentreerde oplossing van koolhydraten en natriumchloride blijkt de maag even snel te verlaten als gewoon drinkwater. Daarentegen is echter de absorptie van water in de darm groter indien de koolhydraat-electrolyten oplossing wordt gedronken.

De concentratiesterkte van een drank, uitgedrukt als osmolariteit (osmotische druk veroorzaakt door het aantal deeltjes in oplossing) van de geconsumeerde drank, beïnvloedt de secretie van vocht door de maag en de darmen. Een toegenomen osmolaliteit leidt tot een grotere vochtsecretie en daardoor tot een afnemen van de netto vocht absorptie.

Resultaten van verschillende veld- en laboratoriumstudies hebben aangetoond dat de vochtbalans in het lichaam van invloed kan zijn op het ontstaan van maag- en darmstoornissen. Indien het lichaam gedehydrateerd is, blijkt de maaglediging vertraagd te zijn.

Andere factoren, die het optreden van maagdarmklachten kunnen beïnvloeden, blijken de hoeveelheid vet, eiwit en voedingsvezels te zijn welke in de maaltijden op de dag van de wedstrijd door de atleten geconsumeerd worden.

Maaglediging, vochtsecretie in het maagdarmkanaal en het al of niet optreden van maag-darmstoornissen zijn alle direct van invloed op de snelheid waarmee een drank, welke tijdens de inspanning wordt geconsumeerd, biologisch beschikbaar wordt voor de lichaamsstofwisseling.

Uit de resultaten van dit proefschrift kan worden geconcludeerd

dat de hiervoor genoemde maagdarm processen worden beïnvloed door een reeks van factoren. Hierdoor kan men nooit een enkele factor voor een vertraagde maagontleding danwel het optreden van maagdarmproblemen als causale factor aanwijzen.

Inter-individuele verschillen in de snelheid waarmee een drank uit de maag geledigd wordt, de grootte van de maagdarmsecretie die daarbij optreedt en de mate van darmabsorptie blijken groot te zijn. Deze verschillen bij één individu (bijvoorbeeld waarnemingen van verschillende testdagen) blijken vaak zelfs groter te zijn dan de verschillen die waargenomen worden tussen verschillende groepen testpersonen, zoals deze waren ingedeeld voor bijvoorbeeld trainingsstatus of predispositie naar maagdarmklachten.

Sommige personen blijken altijd langzame "maagledigers" te zijn terwijl anderen hele snelle "maagledigers" kunnen zijn, onafhankelijk van het niveau van de trainingstoestand in een bepaalde sport, alsook het drinkgedrag bij die betreffende sport. Verder blijkt ook dat de mate waarin vocht door de darm wordt afgescheiden bij het ene individu veel groter kan zijn dan bij het andere individu, alhoewel beiden dezelfde drank ingenomen hebben. Hetzelfde geldt voor de absorptie van water uit de betreffende drank. Ook de absorptie van koolhydraten blijkt tussen verschillende mensen sterk te kunnen verschillen.

Indien men individuen indeelt in groepen, naargelang het optreden van maagdarmklachten tijdens inspanning, blijkt de gemiddelde maaglediging tussen de groepen niet te verschillen. Er zijn weliswaar grote individuele verschillen maar de specifieke effecten van de drankcomposities (weinig of zeer geconcentreerde koolhydraatoplossingen) zijn consequent. De meer geconcentreerde dranken ledigen altijd langzamer als de minder geconcentreerde dranken.

Niettemin kan men aan de hand van de resultaten weergegeven in dit proefschrift en gebaseerd op de beschikbare wetenschappelijke literatuur, enkele algemene conclusies trekken met betrekking tot de vloeistof- en koolhydraatvoorziening tijdens duur inspanning alsmede met betrekking tot het verminderen van het risico om maagdarmklachten tijdens de inspanning op te lopen.



Samenvattend kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. De mate van training heeft geen effect op de maaglediging tijdens inspanning na het drinken van 600 ml vloeistof.
2. De intensiteit van de inspanning ( $\leq 70\% \dot{V}O_2 \text{ max}$ ) heeft geen belangrijk fysiologisch effect op de maaglediging.
3. Het type van de inspanning (fietsen ten opzichte van lopen) heeft geen invloed op de maaglediging.
4. De toevoeging van natrium ( $140 \text{ meq.l}^{-1}$ ) en/of kalium ( $28 \text{ meq.l}^{-1}$ ) aan een koolhydraatoplossing heeft geen effect op de maaglediging van deze oplossing.
5. Sterk hypertone oplossingen ( $>800 \text{ mm Osm.Kg}^{-1}$ ) leiden tot een vergrote secretie van maag- en darmsappen. Dit kan de grotere incidentie voor maagdarmlachten bij sporters die dit soort oplossingen tijdens duur inspanning innemen, verklaren.
6. De maaglediging van een isotone koolhydraat en natrium bevattende oplossing is even snel als die van water. Echter, de absorptie in de darm van de eerstgenoemde oplossing is sneller.
7. Een oplossing die glucosepolymeren bevat, heeft weinig voordelen ten opzichte van een iso-energetische glucose oplossing voor wat betreft de maaglediging en de snelheid waarmee koolhydraat wordt geoxideerd. Een voordeel van de glucosepolymeren bevattende oplossing kan echter gelegen zijn in de geringere maagdarmssecretie.
8. De maaglediging kan van invloed zijn op de hoeveelheid koolhydraat die beschikbaar komt voor oxidatie, maar is niet limiterend voor de hoeveelheid van het oraal toegediende koolhydraat die geoxideerd wordt.



9. Wanneer tijdens inspanning dehydratie optreedt, neemt de maagledigingssnelheid van een vloeistof af; in een dergelijke situatie neemt het risico op het optreden van maagdarmlachten, ook na drinken, toe.

10. Voor het optreden van maagdarmlachten tijdens inspanning is niet één enkele factor verantwoordelijk; zowel voedingsfactoren als fysiologische veranderingen hebben hierop een invloed.