

ONDERZOEK

Ongelukken met gemotoriseerde tweewielers*

LETSELPATROON, LETSELERNST EN MORTALITEIT

H.A. (Alexander) Leijdesdorff, Bob Siegerink, C.F.M. (Kees) Sier, M.C.B. (Martine) Reurings en I.B. (Inger) Schipper

- DOEL** Het analyseren van de invloed van het type betrokken gemotoriseerde tweewieler op de letselernst, het letselpatroon en de mortaliteit van verkeersslachtoffers die opgenomen werden in ziekenhuizen.
- OPZET** Retrospectief beschrijvend onderzoek.
- METHODE** De gegevens van de Landelijke Medische Registratie en het Bestand Geregistreerde Ongevallen in Nederland werden gecombineerd tot de compleetste en grootste medische database van levende, in Nederlandse ziekenhuizen opgenomen slachtoffers van ongevallen met gemotoriseerde tweewielers.
- RESULTATEN** Gedurende de periode 1993-2008 werden 10.607 motorrijders, 19.708 bromfietzers en 3180 snorfietzers opgenomen in Nederlandse ziekenhuizen. Van de opgenomen motorrijders had 13,1% meervoudig ernstig letsel opgelopen (Injury Severity Score ≥ 16), dit gold voor 11,8% van de bromfietzers en 17,1% van de snorfietzers. De mortaliteit was met 4,2% het hoogst onder de snorfietzers. Jonge motorrijders (< 25 jaar) en oudere snorfietzers (> 55 jaar) hadden de grootste kans om te overlijden in het ziekenhuis (relatief risico respectievelijk 1,64 (95%-BI:1,24-2,16) en 1,45 (95%-BI: 1,06-1,99)).
- CONCLUSIE** Ongevallen met gemotoriseerde tweewielers gaan gepaard met ernstige morbiditeit en mortaliteit, vooral bij de jongere (< 25 jaar) en oudere (>55 jaar) bestuurder. Jonge motorrijders hebben de grootste kans om na een ongeval te overlijden in het ziekenhuis. De ogenschijnlijk laag-energetische ongevallen met snorfietzen lijken vaker te resulteren in ernstig letsel en mortaliteit dan ongevallen met de andere 2 groepen voertuigen. Ondanks dat snorfietzers de laagste absolute risico's op sterfte en ernstig letsel hebben, valt te overwegen om ook voor deze groep gemotoriseerde tweewielers een helmplicht in te voeren.

**Dit onderzoek werd eerder gepubliceerd in the Journal of Trauma and Acute Care Surgery (2012;72:1363-8) met als titel 'Injury pattern, injury severity, and mortality in 33,495 hospital-admitted victims of motorized two-wheeled vehicle crashes in The Netherlands'.
Afgedrukt met toestemming.*

*Gelre Ziekenhuizen, afd. Chirurgie, Apeldoorn.
Drs. H.A. Leijdesdorff, aios chirurgie.
Leids Universitair Medisch Centrum, Leiden.
Afd. Klinische Epidemiologie:
drs. B. Siegerink, oio.
Afd. Traumachirurgie: dr. C.F.M. Sier,
onderzoeker (thans: afd. Oncologische Chirurgie);
prof.dr. I.B. Schipper, traumachirurg.
Stichting Wetenschappelijk Onderzoek
Verkeersveiligheid (SWOV), Leidschendam.
Dr. M.C.B. Reurings, onderzoeker
(thans: Ministerie van Financiën).
Contactpersoon: prof.dr. I.B. Schipper
(i.b.schipper@lumc.nl).*

Als gevolg van toenemende drukte op de Nederlandse wegen wordt de gemotoriseerde tweewieler een steeds efficiëntere en belangrijkere manier van transport. In vergelijking met andere gemotoriseerde weggebruikers hebben berijders van gemotoriseerde tweewielers vanwege hun kwetsbaarheid en relatieve hoge snelheid een groter risico om betrokken te raken bij ernstige verkeersongevallen.¹⁻⁴ In de jaren 70 van de vorige eeuw werden wetten geïntroduceerd die motorrijders en bromfietzers verplichten een helm te dragen. Sindsdien kan men ervan uitgaan dat 100% van de motorrijders een helm draagt bij verkeersdeelname en dat het correct helmgebruik bij bromfietzers tot meer dan 90% is toegenomen.⁵ Snorfietzers zijn echter niet verplicht om een helm te dragen. Dit maakt de snorfiet vooral populair onder jongeren en ouderen in Nederland. In 1993 waren er 295.000 motorfietseigenaren en 461.000 mensen bezaten een brom- of snorfiet. In de daaropvolgende jaren is het aantal motorfietseigenaren gestegen tot 431.000 in 2008 en het aantal brom- en snorfietseigenaren tot 482.000. De motorfiet hoort op de rijbaan thuis en heeft een hoge maximale snelheid van 130 km/h. Bestuurders dienen ten minste 18 jaar oud te zijn. Volgens de huidige wetgeving hoort de bromfiet in de meeste gevallen op de

rijbaan thuis met een maximale snelheid van 45 km/h. De snorfietsers hoort zowel binnen als buiten de bebouwde kom op het fietspad te rijden met een snelheidslimiet van 25 km/h. De brom- en snorfiets mogen beide bestuurd worden vanaf 16 jaar.⁶

Eerdere, wereldwijd verrichte studies beschreven een verband tussen bromfiets- en motorfietsongevallen en de invloed op letselpatroon, letselernst en mortaliteit. Niet eerder werd in dergelijk onderzoek onderscheid gemaakt tussen de 3 verschillende soorten gemotoriseerde tweewielers.⁷⁻¹⁰ Onze studie richt zich op de Nederlandse situatie en beschrijft het letselpatroon, de ernst van de letsels en de mortaliteit van de slachtoffers van ongevallen met gemotoriseerde tweewielers die in Nederlandse ziekenhuizen werden opgenomen, in relatie tot de 3 verschillende soorten gemotoriseerde tweewielers.

METHODEN

De gegevens in de Landelijke Medische Registratie (LMR) en het Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland (BRON) werden door de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) gecombineerd. Hierdoor ontstond de compleetste en grootste database met specifieke medische gegevens van verkeersongevallen met gemotoriseerde tweewielers in Nederland. De koppeling van deze databases stelt ons in staat om alle in Nederlandse ziekenhuizen opgenomen slachtoffers van ongelukken met gemotoriseerde tweewielers gedurende de periode 1993-2008 te bestuderen. Gegevens van slachtoffers die alleen de SEH bezochten zonder te worden opgenomen of die overleden op de SEH of op de plaats van het ongeval, waren niet beschikbaar. Ditzelfde was het geval voor gedetailleerde gegevens over helmgebruik.

Als uitkomstmaten voor letselernst gebruikten wij de update van de Abbreviated Injury Scale (AIS) van 1998,¹¹ en de Injury Severity Score (ISS).¹² Meervoudig ernstig gewonde patiënten werden gedefinieerd als $ISS \geq 16$. Ernstig letsel werd gedefinieerd als $AIS > 2$, gescoord per anatomische regio (hoofd, aangezicht, hals en nek, thorax, abdomen, rug, bovenste en onderste extremiteiten en externe verwonding). Mortaliteit werd gedefinieerd als sterfte tijdens de ziekenhuisopname die volgde op het ongeval. Relatieve risico's (RR) en de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen werden berekend voor meervoudig ernstig letsel ($ISS \geq 16$) en mortaliteit per groep gemotoriseerde tweewielers. Voor alle vergelijkingen tussen de 3 gemotoriseerde tweewielervoertuigen werd de bromfietsgroep als referentiegroep gebruikt. Relatieve risico's werden waar nodig gecorrigeerd voor geslacht en leeftijdscategorie (< 25 jaar, $25-55$ jaar, > 55 jaar) volgens de Mantel-Haenszel-procedure.¹³

RESULTATEN

In de periode januari 1993-december 2008 werden 33.495 berijders van gemotoriseerde tweewielers na een ongeval opgenomen in Nederlandse ziekenhuizen: 10.607 motorrijders, 19.708 bromfietsers en 3180 snorfietsers. In dezelfde periode zijn 37.779 motorfiets-, 115.054 bromfiets- en 20.429 snorfietsongevallen geregistreerd in Nederland.⁶ Dit betekent dat de kans op een ziekenhuisopname na een ongeval gedurende de geanalyseerde periode 28% was voor motorrijders, 17% voor bromfietsers en 15% voor snorfietsers. Tabel 1 toont de demografische gegevens van de opgenomen slachtoffers.

Van de slachtoffers die werden opgenomen, was de mediane leeftijd in de gehele groep 24 jaar; dit was 33 jaar voor motorrijders, 18 jaar voor bromfietsers en 30 jaar voor snorfietsers. Van de slachtoffers was 19,5% vrouw. In totaal werden 4253 (12,7%) slachtoffers opgenomen met meervoudig ernstig trauma ($ISS \geq 16$) en overleden 816 (2,4%) slachtoffers in het ziekenhuis.

ERNST VAN HET LETSEL

Meervoudig ernstig trauma kwam het meest voor bij snorfietsers (17,1%), gevolgd door motorrijders (13,1%) en bromfietsers (11,8%) (zie tabel 1). Het relatieve risico op meervoudig ernstig letsel was het hoogst onder snorfietsers (RR: 1,45; 95%-BI: 1,33-1,58) (tabel 2), vooral onder snorfietsers ouder dan 55 jaar (RR: 1,79; 95%-BI: 1,47-2,18) (tabel 3).

Gedurende de geanalyseerde periode nam het aantal motorfietseigenaren toe, maar daalde jaarlijks het aantal ziekenhuisopnamen van motorfietsers en bleef het percentage slachtoffers met ernstig trauma ongeveer gelijk. De situatie voor de bromfietsers was vergelijkbaar. Onder

TABEL 1 Kenmerken van de slachtoffers van ongevallen met 3 verschillende types gemotoriseerde tweewieler

kenmerken	totaal (n = 33 495)	motor- rijders (n = 10 607)	brom- fietsers (n = 19 708)	snor- fietsers (n = 3 180)
♀; n (%)	6 516 (19,5)	1 071 (10,1)	4 232 (21,5)	1 213 (38,1)
leeftijd				
mediaan (inter- kwartiele afstand)	24 (21)	33 (17)	18 (13)	30 (40)
< 25 jaar; n (%)	17 318 (51,7)	1 926 (18,2)	13 936 (70,7)	1 456 (45,8)
25-55 jaar; n (%)	13 661 (40,8)	8 188 (77,2)	4 579 (23,2)	894 (28,1)
> 55 jaar; n (%)	2 516 (7,5)	493 (4,6)	1 193 (6,1)	830 (26,1)
letselernst; n (%)				
ISS ≥ 16	4 253 (12,7)	1 385 (13,1)	2 325 (11,8)	543 (17,1)
overleden	816 (2,4)	260 (2,5)	423 (2,1)	133 (4,2)

ISS = Injury Severity Score

TABEL 2 Relatieve risico's voor meervoudig ernstig letsel en mortaliteit van slachtoffers die opgenomen werden in het ziekenhuis na een ongeluk met een gemotoriseerde tweewieler*

letselernst	ongecorrigeerde RR (95%-BI)	gecorrigeerde RR (95%-BI)*
ISS \geq 16		
motorrijders (n = 1385)	1,11 (1,04-1,18)	1,14 (1,06-1,23)
bromfietzers (n = 2325)	1	1
snorfietzers (n = 543)	1,45 (1,33-1,58)	1,46 (1,33-1,60)
mortaliteit		
motorrijders (n = 260)	1,14 (0,98-1,33)	1,12 (0,94-1,33)
bromfietzers (n = 423)	1	1
snorfietzers (n = 133)	1,95 (1,61-2,36)	1,49 (1,21-1,83)

RR = relatieve risico; ISS = Injury Severity Score

* Gecorrigeerde relatieve risico volgens Mantel-Haenszel-procedure.

de snorfietzers werd eerst een daling van het aantal opnames gezien, gevolgd door een stabiele periode, waarna gedurende de laatste jaren van de geanalyseerde periode een toename van het aantal opnames werd gezien (figuur 1).

LETSELPATROON

Zoals weergegeven in figuur 2 kwamen onder snorfietzers letsels aan het hoofd met 32,2% en van aangezicht en nek met 11,3% het meest voor. De meest voorkomende letsels bij motorrijders bevonden zich aan de bovenste extremiteiten en de wervelkolom (25,7 en 5,9%). Bromfietzers werden het vaakst gediagnosticeerd met letsel aan de onderste extremiteiten (37,5%) (zie figuur 2). Bijna de helft van alle ernstige letsels onder snorfietzers betrof hoofdletsel (49,3%). Onder motorrijders kwam ernstig letsel aan de thorax het meest voor, gevolgd door letsels aan de onderste extremiteiten (respectievelijk 39,1 en 24,3%).

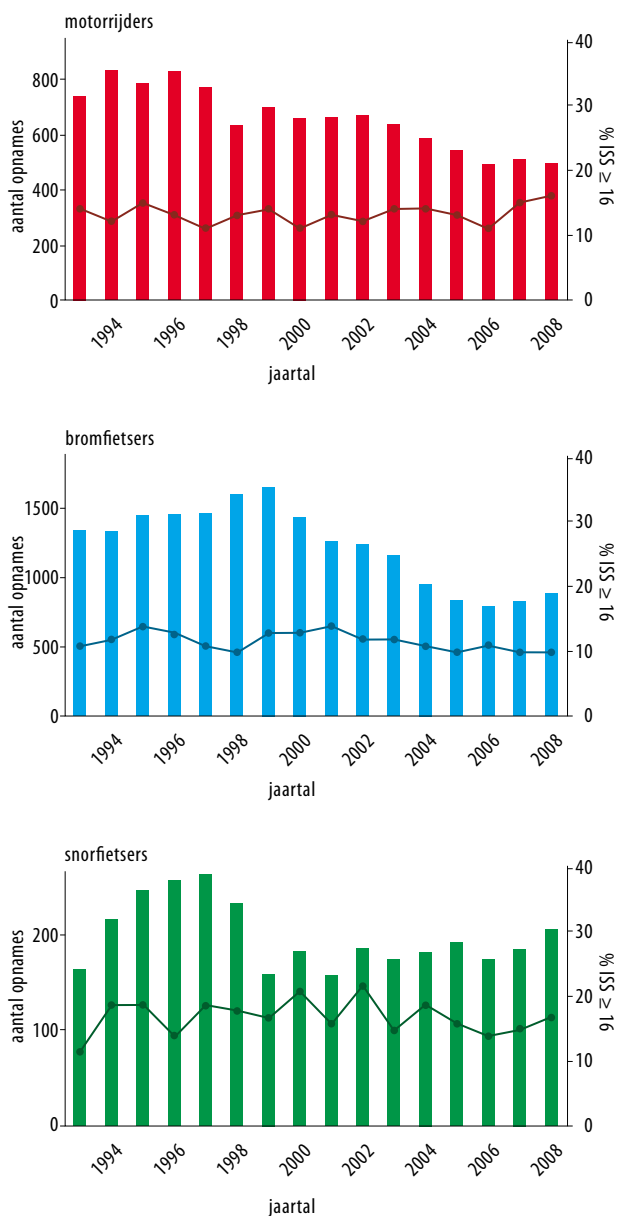
STERFTE

De sterfte was het hoogst bij opgenomen snorfietzers (4,2%); het sterfterisico was bijna 2 keer hoger dan voor de bromfietzers (RR: 1,95; 95%-BI: 1,61-2,36) (zie tabel 1 en 2). Bij jonge bestuurders (< 25 jaar) was de kans om te overlijden na een ongeval het grootst onder motorrijders (RR: 1,64; 95%-BI: 1,24-2,16), maar bij een hogere leeftijd was de kans om te overlijden bij snorfietzers groter dan bij motorrijders (tabel 3). Bij overleden slachtoffers werd ernstig hoofdletsel bij 47% van motorrijders gediagnosticeerd, bij 64% van de bromfietzers en bij 73% van de snorfietzers.

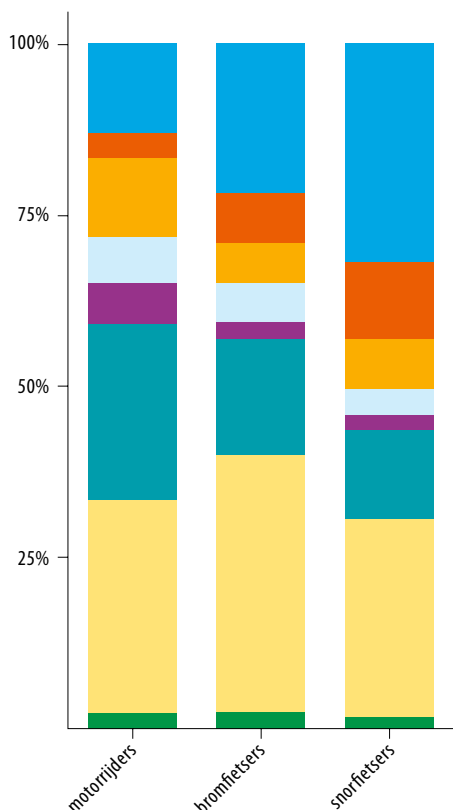
BESCHOUWING

Ongevallen met gemotoriseerde tweewielers gaan vaak gepaard met ernstige morbiditeit en hoge mortaliteit. Deze studie had tot doel de gevolgen van deze ongelukken in de Nederlandse situatie te analyseren.

Invloed van leeftijd Vooral de ogenschijnlijk onschul-



FIGUUR 1 Per categorie gemotoriseerde tweewieler het aantal slachtoffers van ongelukken dat in Nederlandse ziekenhuizen werd opgenomen (staafdiagrammen) en het percentage patiënten met meervoudig ernstig letsel (Injury Severity Score (ISS) \geq 16) (lijnen) per jaar gedurende de periode 1993-2008.



FIGUUR 2 Letselpatroon van in ziekenhuizen opgenomen dodelijk en niet-dodelijk gewonde slachtoffers per categorie gemotoriseerde tweewieler en per anatomische regio: hoofd (■), aangezicht en nek (■), thorax (■), abdomen (■), wervelkolom (■), bovenste extremiteiten (■), onderste extremiteiten (■), extern (onder andere brandwonden) (■).

dige laag-energetische ongevallen met snorfietzen resulteren in meer ernstig letsel en hoofdletsel en een hogere mortaliteit dan ongevallen in de andere 2 groepen. Daarnaast toonden wij aan dat er 2 leeftijdsgroepen zijn met een meer dan gemiddeld risico op meervoudig ernstig letsel en overlijden; de jongere motorrijder (< 25 jaar) en oudere snorfietser (> 55 jaar). Deze bevindingen sluiten aan bij de resultaten van overheidsrapporten en eerdere wetenschappelijke studies: hogere leeftijd is geassocieerd met een hoger risico op ernstig letsel en overlijden na verkeersongelukken. Hoewel deze groep over het algemeen voorzichtiger op de weg is, zijn ouderen fysiek kwetsbaarder.^{2, 7,14-16}

Jongere bestuurders daarentegen hebben minder rijervaring, overschatten gemakkelijker hun rijvaardigheid en zullen wellicht sneller grotere risico's accepteren. Daarnaast rijdt deze groep regelmatig op opgevoerde voertuigen. In 2007 reed 22% van de staande gehouden brom- en snorfietzers op een opgevoerd voertuig. Dit percentage

was hetzelfde als in 2006, maar lager dan in 2005 (28%) en 2004 (31%).¹⁷

Helmgebruik en snelheid In aansluiting op de verschillen tussen bestuurders staan ook de diverse typen gemotoriseerde tweewielervoertuigen garant voor een aantal belangrijke verschillen: helmgebruik is niet verplicht voor snorfietzers en de toegestane maximumsnelheid is verschillend voor elke groep (snorfietzen 25 km/h, bromfietzen 45 km/h en motorfietzen maximaal 130 km/h). Bovendien zijn er verschillen in leeftijd en geslacht tussen de diverse groepen. Hoewel wij voor deze variabelen hebben gecorrigeerd en gestratificeerd, maakt de multivariabiliteit het trekken van conclusies met betrekking tot een enkel kenmerk, zoals type gemotoriseerde tweewieler, lastig.

Mortaliteit Tijdens de door ons bestudeerde periode zijn in het verkeer 1342 motorrijders, 973 bromfietzers en 323 snorfietzers overleden.^{5,6,17,18} Dit betekent dat slechts 31% van deze sterfgevallen zich hebben voorgedaan na opname in het ziekenhuis (19% van de motorrijders, 43% van de bromfietzers en 42% van de snorfietzers). In onze studie hebben we alleen data van in ziekenhuizen opgenomen slachtoffers geanalyseerd. De risico's en letselpatronen die hier worden beschreven zijn daarmee zeer waarschijnlijk een onderschatting van de werkelijke situatie.

Letsel Het letselpatroon van de door ons geanalyseerde groep verkeersslachtoffers is complex: naast hoofdletsels zijn veel, vaak ernstige, letsels aan thorax, abdomen en extremiteiten geregistreerd. Medisch gezien betekent dit dat de slachtoffers van ongelukken met gemotoriseerde tweewielers vaak zeer complexe traumapatiënten zijn die een multidisciplinaire aanpak nodig hebben. Er is echter

TABEL 3 Relatieve risico's voor meervoudig ernstig letsel en mortaliteit van slachtoffers die opgenomen werden in het ziekenhuis na een ongeluk met een gemotoriseerde tweewieler*

letselernst	leeftijdscategorie		
	< 25 jaar; RR (95%-BI)	25-55 jaar; RR (95%-BI)	> 55 jaar; RR (95%-BI)
ISS ≥ 16			
motorrijders (n = 1385)	1,19 (1,06-1,34)	1,13 (1,02-1,25)	1,05 (0,80-1,38)
bromfietzers (n = 2325)	1	1	1
snorfietzers (n = 543)	1,34 (1,17-1,52)	1,44 (1,20-1,71)	1,79 (1,47-2,18)
mortaliteit			
motorrijders (n = 260)	1,64 (1,24-2,16)	1,13 (0,88-1,45)	0,36 (0,19-0,65)
bromfietzers (n = 423)	1	1	1
snorfietzers (n = 133)	1,31 (0,91-1,87)	1,86 (1,24-2,80)	1,45 (1,06-1,99)

RR = relatieve risico; ISS = Injury Severity Score

* Berekend met de Mantel-Haenszel-procedure, gestratificeerd voor geslacht.

een duidelijk patroon per categorie gemotoriseerde tweewieler. De resultaten van deze studie zouden daarom kunnen bijdragen aan verbeterde voorbereiding bij voor-aankondigingen van slachtoffers en optimalisering van de daadwerkelijke opvang en behandeling in het ziekenhuis.

Vooral de op het oog veilige snorfiets verdient extra aandacht, zowel vóór aankomst in het ziekenhuis als op de SEH. Ons onderzoek laat zien dat de groep patiënten met dit vervoersmiddel relatief meer ernstig letsel oploopt dan motorrijders. Daarom zou overwogen kunnen worden om deze groep patiënten primair aan te bieden aan een traumacentrum, ook al voldoen zij niet aan het criterium van een hoog-energetisch trauma.

Het percentage ernstig hoofdletsel bij opname in een ziekenhuis was het frequentst onder zowel niet-dodelijk als dodelijk gewonde snorfietssslachtoffers en het laagst onder motorfietssslachtoffers. Het beschermende effect van de helm is reeds aangetoond in tal van internationale studies.^{1-4,10,16,19-21} Daarnaast is het gebruik van helmen al langere tijd geaccepteerd in hoog-risicosporten, zoals skiën en fietsen.²²⁻²⁴

Ofschoon de patiënten uit de snorfietscategorie de laagste absolute risico's op sterfte en ernstig letsel hebben, is het te overwegen om ook voor deze groep gemotoriseerde tweewielers een helmplicht in te voeren. Echter, op basis van de resultaten van onze studie kan geen directe uitspraak gedaan worden over het nut van een helm bij het beschermen van het hoofd bij ongevallen met gemotoriseerde tweewielers; een beperking van deze studie is immers het ontbreken van volledige en betrouwbare gegevens over helmgebruik onder gemotoriseerde tweewielers.

Onze resultaten tonen ook dat aandacht voor de bescherming van vitale organen anders dan de hersenen, bijvoorbeeld in de thorax en abdomen, belangrijk is. Het verplicht dragen van beschermende en opvallende kleding, het verbeteren van de rijvaardigheidsopleiding en verbetering van de wegen blijven daarmee belangrijke aanvullende maatregelen die de veiligheid van gemotoriseerde tweewielers verhogen.

- **Bestuurders van gemotoriseerde tweewielers zijn kwetsbare weggebruikers.**
- **Ongevallen met deze voertuigen kunnen zeer ernstig zijn, met de dood tot gevolg.**
- **De snorfiets is de enige gemotoriseerde tweewieler zonder helmplicht.**
- **Jonge motorrijders hebben de grootste kans om te overlijden in het ziekenhuis als gevolg van opgelopen letsels.**
- **De snorfiets is zeer kwetsbaar; vooral op oudere leeftijd is de kans op ernstig letsel en overlijden na een ongeluk groot.**

CONCLUSIE

Ongevallen met gemotoriseerde tweewielers gaan vaak gepaard met ernstige morbiditeit en hoge mortaliteit. Vooral de ogenschijnlijk onschuldige laag-energetische ongevallen met snorfietsen resulteren vaker in ernstig letsel en mortaliteit onder gehospitaliseerde patiënten in vergelijking met andere groepen bestuurders van gemotoriseerde tweewielers. De jongere (< 25 jaar) en oudere (> 55 jaar) bestuurders lopen hierbij het meeste risico. Vanwege de diversiteit aan ernstig letsel is de zorg voor deze groepen traumapatiënten complex en vraagt zij om een multidisciplinaire aanpak. Ondanks het ontbreken van absolute getallen inzake helmgebruik kunnen we concluderen dat hoofdletsel een ernstig probleem is bij slachtoffers van snorfietsongevallen. Nu de snorfiets aan populariteit wint, valt te overwegen om ook voor deze groep bestuurders van gemotoriseerde tweewielers een helmplicht in te voeren.

Belangenconflict: geen gemeld. Financiële ondersteuning: de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) leverde een financiële bijdrage aan deze studie.

Aanvaard op 7 juni 2012

Citeer als: Ned Tijdschr Geneeskd. 2012;156:A5165

[Meer op www.ntvg.nl/onderzoek](http://www.ntvg.nl/onderzoek)

LITERATUUR

- 1 Ankarath S, Giannoudis PV, Barlow I, Bellamy MC, Matthews SJ, Smith RM. Injury patterns associated with mortality following motorcycle crashes. *Injury*. 2002;33:473-7.
- 2 Lin MR, Kraus JF. A review of risk factors and patterns of motorcycle injuries. *Accid Anal Prev*. 2009;41:710-22.
- 3 Liu BC, Ivers R, Norton R, Boufous S, Blows S, Lo SK. Helmets for preventing injury in motorcycle riders. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008(1):CD004333.
- 4 Tham KY, Seow E, Lau G. Pattern of injuries in helmeted motorcyclists in Singapore. *Emerg Med J*. 2004;21:478-82.
- 5 Fact Sheet Bromfiets- en motorhelmen. Leidschendam: SWOV; 2007.

- 6 Kerncijfers Verkeersveiligheid uitgave 2009. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu; 2009.
- 7 Aare M, von HH. Injuries from motorcycle- and moped crashes in Sweden from 1987 to 1999. *Inj Control Saf Promot.* 2003;10:131-8.
- 8 Bostrom L, Wladis A, Nilsson B. Injured moped riders who required admission to hospital in Sweden from 1987 to 1994. *Eur J Surg.* 2002;168:360-5.
- 9 Kosola S, Salminen P, Laine T. Heading for a fall – moped and scooter accidents from 2002 to 2007. *Scand J Surg.* 2009;98:175-9.
- 10 Van Camp LA, Vanderschot PM, Sabbe MB, Deloos HH, Goffin J, Broos PL. The effect of helmets on the incidence and severity of head and cervical spine injuries in motorcycle and moped accident victims: a prospective analysis based on emergency department and trauma centre data. *Eur J Emerg Med.* 1998;5:207-11.
- 11 Abbreviated Injury Scale, Update 1998. Barrington: Association for the Advancement of Automotive Medicine; 1998.
- 12 Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Jr., Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma.* 1974;14:187-96.
- 13 Mantel N, Haenszel W. Statistical aspects of the analysis of data from retrospective studies of disease. *J Natl Cancer Inst.* 1959;22:719-48.
- 14 Leong QM, Tsung Shyen KG, Appasamy V, Chiu MT. Young adults and riding position: factors that affect mortality among inpatient adult motorcycle casualties: a major trauma center experience. *World J Surg.* 2009;33:870-3.
- 15 MAIDS: In-depth investigations of accidents involving powered two wheelers. Final Report 2.0. Brussels: ACEM; 2009.
- 16 Talving P, Teixeira PG, Barmparas G, Dubose J, Preston C, Inaba K, et al. Motorcycle-related injuries: effect of age on type and severity of injuries and mortality. *J Trauma.* 2010;68:441-6.
- 17 Fact Sheet Brom- en snorfietsers. Leidschendam: SWOV; 2009.
- 18 Fact Sheet Motorrijders. Leidschendam: SWOV; 2009.
- 19 Croce MA, Zarzaar BL, Magnotti LJ, Fabian TC. Impact of motorcycle helmets and state laws on society's burden: a national study. *AnnSurg.* 2009;250:390-4.
- 20 Fitzharris M, Dandona R, Kumar GA, Dandona L. Crash characteristics and patterns of injury among hospitalized motorised two-wheeled vehicle users in urban India. *BMC Public Health.* 2009;9:11.
- 21 Murphy RK, McEvoy L, Kelleher MO, Bolger C, Phillips J. The burden of motorcycle-related neuro-trauma in Ireland and associated helmet usage. *Br J Neurosurg.* 2009;23:162-4.
- 22 McBeth PB, Ball CG, Mulloy RH, Kirkpatrick AW. Alpine ski and snowboarding traumatic injuries: incidence, injury patterns, and risk factors for 10 years. *Am J Surg.* 2009;197:560-4.
- 23 Ruedl G, Kopp M, Burtcher M. The protective effects of helmets in skiers and snowboarders. *BMJ.* 2011;342:d857.
- 24 Thompson DC, Rivara FP, Thompson R. Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists. *Cochrane Database Syst Rev.* 2000(2):CD001855.