

Brain injuries in boxing and soccer: a neuropsychological approach

Citation for published version (APA):

Matser, J. T. (2000). *Brain injuries in boxing and soccer: a neuropsychological approach*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Universiteit Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.20000705jm>

Document status and date:

Published: 01/01/2000

DOI:

[10.26481/dis.20000705jm](https://doi.org/10.26481/dis.20000705jm)

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

Take down policy

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

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Summary

The researches which are described in this thesis, started about ten years ago. The main question was: do athletic activities cause cognitive impairment and can this be detected by neuropsychological research. Moreover, can sports specific conditions be linked with this impairment.

At the beginning of our researches there was little to no literature that could give us an idea about the brain damages and the gravity of these damages which were caused by sports. Sport neurological subjects were not presented at congresses and/or symposiums until the beginning of the nineties. The interest in this subject has grown because of the attention that the media paid to some fatal sport accidents and to the deplorable condition some famous athletes were in after their sport career. Politics got interested in the subject and money was invested in research. At the moment there is data concerning the percentages of brain damage in sports such as soccer, American football, ice hockey and rugby, and because of the increasing number of publications, it is becoming clearer that brain damage often causes permanent symptoms. In response to this the American Academy of Neurology (AAN) issued recommendations in 1997 to protect athletes against (cumulative) brain damage caused by sports. Since 1995 the AAN also organizes a sportsneurological congress every year in which numerous researches concerning damages of the central and peripheral nerve system are presented, and since 1995 the yearly conferences of the European Neurological Society (ENS) also present sportsneurological subjects.

Numerous (top-class) athletes consisting of boxers, amateur and professional soccer players, swimmers and middle distance runners participated in the researches described in this thesis. They were interviewed extensively and underwent extensive neuropsychological testing. The aim of the interview was to document factors that could be related to the gravity and the frequency of the sustained brain injuries (including the number of concussions, the frequency of matches and practices, and the number of traumas). The factors that are not related to sports but that could have a negative effect on the brain functions (such as concussions sustained outside the practice of sports, number of anaesthesias, diseases, educative/wage forming status etc.) were also documented. The neuropsychological tests were considered to be able to objectify mental changes due to brain damage.

Chapter 1 describes the epidemiology concerning brain damage caused by boxing, soccer and sports in general. Furthermore the mechanical factors that can lead to brain damage and the physiological and neurochemical processes, which can be observed in these damages are described. Rating scales to determine the gravity of brain damage are also shown and discussed. Extensive attention is paid to the symptoms of a concussion and how concussions can be rated in measurements of gravity. Furthermore the cumulative effects of concussions and the risks of metabolic changes in the brain when sustaining cumulative brain damage are discussed.

Chapter 2 describes a study, which was conducted with the cooperation of 66 amateur boxers. Thirty-eight boxers were interviewed and tested neuropsychologically before and after a boxing match and 28 boxers were interviewed and tested neuropsychologically before and after a practice task (without head contact). The boxers who had boxed a match performed less well on the memory, planning and attention tasks than the boxers who had practiced without head contact. Especially the combination weight class (the heavier the boxer), the number of blows to the head and knockouts appeared to correlate negatively with the memory and planning performance.

Chapter 3 describes a study conducted with the participation of 49 amateur boxers who were classified in three groups according to their boxing experience (new members, 5 to 15 matches and more than 30 matches). All of them were interviewed and underwent neuropsychological testing in order to find out whether there was a difference in the neurocognitive functioning. The boxing experience had a negative influence on memory and attention. These attention disorders can be explained by the so-called "starting problem". A starting problem is a relative inactivity while commencing a mental action, a characteristic of frontal patients as well as patients with brain damage in general.

Chapter 4 describes a study in which the neurocognitive functioning of 33 amateur soccer players was compared with that of 27 controls (swimmers and athletes). All of them were interviewed extensively and they all underwent neuropsychological testing. The test results of the two groups were compared, corrected by age, education, anaesthesias and alcohol. The soccer players performed less well on the memory and planning tasks. Concussions were reported relatively often with the soccer players. Fifty per cent of the amateur soccer players had sustained one or

more concussions during a match or during practice. The concussions appeared to correlate negatively with the memory tasks. Thirty-nine per cent of the amateur soccer players performed under the norm on the planning tasks, in comparison, only 7 per cent of the controls performed under the norm.

The results of the researches suggest that practicing amateur soccer can be risky with regard to sustaining mild chronic brain damage. Especially the contact traumas (concussions) that occur during soccer matches and practices seem to cause neurocognitive problems in amateur soccer players.

Chapter 5 describes a research conducted on 53 professional soccer players who were compared to 27 controls (swimmers and middle-distance runners). All of them were interviewed extensively and underwent neuropsychological testing. The test results of the two groups were compared, corrected by age, education, anaesthesias and alcohol. In comparison with the controls, the professional soccer players performed less well on the memory, planning and visual perceptual tasks.

Of the professional soccer group 54 per cent of the participants had sustained one or more concussions during a soccer match and an average of 800 as registered per season. The number of headers and concussions related negatively to memory, planning and visual perceptual performances. The field position (defenders/strikers were compared with midfielders/goalkeepers) was also a factor that correlated negatively with performances on visual perceptual and memory tasks.

The results suggested that practicing professional soccer has a negative influence on memory, planning and visual perceptual performances. A dose-response relation was ascertained between these functions and the number of headers and concussions. Even though the neurocognitive damages are milder than the shortages observed in boxing, it could be concluded the preventive measures are needed to protect soccer players against brain injuries.

Chapter 6 describes a study among 81 professional soccer players in which it was examined which part of the neurocognitive damage can be ascribed to headings and which part can be ascribed to concussions. This was done by a simultaneous analysis of the role of both factors. There was a low correlation between the number of headings and the number of concussions. Neuropsychological function loss associated to soccer related concussion involved tests measuring sustained attention, planning ability and visuo-perceptual functioning characteristic of diffuse brain injury.

Cognitive function loss associated to heading the ball involved tests measuring

focused attention and verbal/visual memory capacity. This is characteristic of fronto-temporal impairments as can be caused by linear movements of the head. Thus, headers and concussions seem both to be risk factors for neurocognitive impairment.

From the results of the 5 demonstrated studies it can be concluded that boxing as well as soccer leads to relevant neurocognitive changes. It can be advised, following the guidelines drawn up by the AAN in 1997, to examine contact and collision sport athletes neuropsychologically every year. Through this the athlete can compare oneself and stop in time after detection of a cognitive decline. It can also be advised to let athletes undergo a simple neuropsychological test following a head injury. After showing deviant test scores a mandatory rest of at least one week without symptoms is recommended.

Samenvatting

Ongeveer 10 jaar geleden begonnen wij met de voorbereidingen eerste instantie stelden we ons de vraag of de symptomen van hersenletsels die werden veroorzaakt door sportbeoefening aangetoond konden worden middels neuropsychologisch onderzoek. Ook waren we geïnteresseerd of sportspecifieke condities gerelateerd konden worden aan neuropsychologische afwijkingen en of het mogelijk was dosis-respons relaties aan te tonen.

Bij het begin van de onderzoeken was nagenoeg geen literatuur voor handen om ons een beeld te kunnen vormen van de hersenletsels en de ernst van deze letsels die werden veroorzaakt door sportbeoefening. Momenteel zijn gegevens bekend betreffende de hersenletsel percentages bij de 'grote' sporten zoals voetbal (soccer), American football, ijshockey en rugby en wordt het steeds duidelijker door een toenemend aantal publicaties wat de neurocognitieve veranderingen zijn die hersenletsels kunnen veroorzaken. Ook heeft de American Academy of Neurology (AAN) in 1997 preventieve aanbevelingsmaatregelen uitgevaardigd om atleten te beschermen tegen cumulatieve hersenschade door sportbeoefening. Tevens wordt sinds 1995 jaarlijks een sportneurologisch congres georganiseerd waarbij tal van onderzoeken worden gepresenteerd betreffende letsels aan het centrale en perifere zenuwstelsel veroorzaakt door sportbeoefening. Ook bij de jaarlijkse conferenties van de European Neurological Society (ENS) staan sinds 1995 elk jaar sportneurologische onderwerpen op het programma.

Aan de onderzoeken zoals beschreven in dit proefschrift hebben tal van (top)sporters meegewerkt waaronder amateurboksers, amateur- en professionele voetballers, zwemmers en atleten. Bij allen die hebben geparticipeerd, is een uitgebreide anamnese en een neuropsychologisch onderzoek afgenomen. De anamnese had tot doel factoren te documenteren die een relatie konden hebben met de ernst van de neuropsychologische afwijkingen. Hierbij kan gedacht worden aan het aantal hersenschuddingen opgelopen bij trainingen of wedstrijden, de frequentie van wedstrijden en trainingen, en bij voetballers het aantal kopballen. Ook had de anamnese tot doel factoren te verzamelen die van invloed zijn op de mentale status van de sporters zoals het aantal hersenschuddingen opgelopen buiten de sportbeoefening, het aantal narcose's, de doorgemaakte ziekten en de opleiding. Bij alle onderzoeken is in grote lijnen gebruik gemaakt van dezelfde neuropsychologische tests. De neuropsychologische testbatterij was door de

onderzoeksgroep na literatuurstudies dusdanig samengesteld dat deze in staat geacht moest worden om veranderingen van mentale prestaties door hersenletsels te kunnen objectiveren.

Hoofdstuk 1 beschrijft de epidemiologie betreffende hersenletsels veroorzaakt door sport met name boksen en voetbal. Verder worden mechanismen beschreven die leiden tot hersenletsels en wordt aandacht besteed aan fysiologische en neurochemische veranderingen door voornoemde letsels. Classificatieschalen om de ernst van hersenletsels te beoordelen worden getoond en besproken. Uitgebreide aandacht wordt geschonken aan de symptomen van een mild traumatisch hersenletsel en hoe deze letsels in te delen in mate van ernst. Verder worden cumulatieve effecten van mild traumatische hersenletsels besproken in de acute en chronische fase.

Hoofdstuk 2 beschrijft een studie die verricht is bij 66 amateurboksers. Achtendertig boksers die een wedstrijd boksten en 28 boksers die een fysieke taak uitvoerden werden neuropsychologisch getest voor en na de wedstrijd respectievelijk na de fysieke taak. Participanten met leerstoornissen, een alcoholconsumptie van meer dan 5 eenheden per week, soft- en harddruggebruikers en participanten met een medische aandoening die het cognitieve functioneren kon benadelen werden uitgesloten van het onderzoek. De mediaan van het aantal treffers op het hoofd tijdens wedstrijden was 8 en 35% van de boksers incasseerden meer dan 10 treffers per wedstrijd. Dertien procent van de wedstrijden eindigden in een knock out. De voor-na test scores tussen de beide groepen werd vergeleken en gecontroleerd werd voor leeftijd, opleiding, niveau van boksklasse, gewicht en tijdsinterval na de wedstrijd. Boksers die een wedstrijd hadden gebokst verschilden van de controles op plannings-, geheugen- en aandachtstaken. Uit de groep die een wedstrijd gebokst hadden bleek dat gewicht in combinatie met het aantal geïncasseerde treffers een negatieve correlatie toonde met het plannings- en het visueel herinneringsvermogen. Knock-outs reduceerden het aantal elementen dat gereproduceerd kon worden op een verbale leertaak. Geconcludeerd kon worden dat het participeren aan bokswedstrijden acute neurocognitieve veranderingen veroorzaakt.

Hoofdstuk 3 beschrijft een studie die verricht is met medewerking van 33 amateurboksers. Zeventien van de boksers hadden meer dan 30 wedstrijden gebokst, 16 boksers hadden tussen de 5 en 15 wedstrijden gebokst. Ook participeerden 16 personen die geen wedstrijd gebokst hadden. De drie groepen waren gematched op

leeftijd, etniciteit, opleiding en lichaamsgewicht. Bij allen werd een interview en een neuropsychologisch onderzoek afgenomen. Tussen de bokkers die meer dan 30 wedstrijden hadden gebokst en de overige bokkers werd een verschil geconstateerd betreffende het onthouden van complexe geometrische informatie op zowel de korte en lange termijn. Op eenvoudige geheugentaken werd geen verschil geconstateerd. Ook op gerichte aandachtstaken en kleurbenoemingstaken werd een significante relatie met het aantal wedstrijden aangetoond. De gegevens suggereren dat amateurbokkers met een hoge bokservaring gehinderd worden door aandachtsstoornissen en visuele geheugentekorten.

Hoofdstuk 4 beschrijft een studie die is uitgevoerd bij 33 amateurvoetballers en 27 controles (zwemmers en atleten). De voetballers waren afkomstig van 3 complete voetbalelftallen en de controles waren middenafstandslopers (2 complete atletiek teams) en zwemmers (1 compleet team). Van allen werd een uitgebreid interview en 27 neuropsychologische testen afgenomen, die geclusterd werden in 8 neurocognitieve functiegroepen. De voetballers verschilden niet van de controles betreffende leeftijd, opleidingsniveau en aantal narcose's. Wel gebruikten de voetballers meer alcohol. Ook na correctie voor deze factoren werden verschillen in neurocognitief presteren tussen voetballers en controles geconstateerd. Dit betrof de *planningscapaciteit* (coördinatie van het denken) en de *inprentingscapaciteit* (het onthouden van zowel verbaal als visueel materiaal). Hersenschuddingen werden relatief vaak gemeld in de voetbalpopulatie. Vijftig procent van de amateurvoetballers had een of meerdere hersenschuddingen opgelopen tijdens het spel of de training. De hersenschuddingen bleken negatief te correleren met test scores behaald op verbale en visuele geheugentaken. De onderzoeksbevindingen suggereren dat het spelen van amateurvoetbal risicovol kan zijn wat betreft het verwerven van mild traumatisch hersenletsel. Vooral de contacttrauma's (herschuddingen) die tijdens het voetbalspel en trainingen worden opgelopen lijken de neurocognitieve problemen bij amateurvoetballers te veroorzaken.

Hoofdstuk 5 betreft een onderzoek uitgevoerd bij 53 professionele voetballers die werden vergeleken met 27 zwemmers en middenafstandslopers van Olympisch niveau. Al de participanten werd een uitgebreid interview en een neuropsychologisch onderzoek afgenomen. De profvoetballers verschilden niet van de controles wat betreft het aantal hersenschuddingen wat buiten de sport was opgelopen. De voetballers hadden een hogere opleiding en waren vaker onder

narcose geweest dan de controles. Geen van de profvoetballers gebruikten soft cq. harddrugs. In de profvoetbalgroep had 54% van de participanten een of meerdere milde hersenletsels opgelopen tijdens het voetbalspel. Gemiddeld werden 800 kopballen per seizoen genoteerd en werden gemiddeld 50 wedstrijden per seizoen gespeeld.

In vergelijking met de controles toonden de profvoetballers een significant verschil betreffende scores op verbale en visuele geheugentaken, planningstaken en visuo-perceptuele tests, ook na correctie voor alcoholgebruik, aantal narcose's, opleidingsniveau en hersenschuddingen opgelopen buiten het voetbal. Het aantal kopballen en milde hersenletsels beïnvloedden negatief de prestaties op verbale- en visuele geheugentaken, planningstaken en visuo-perceptuele tests. Veldpositie (verdedigers en spitsen vergeleken met middenvelders) was eveneens een factor die negatief associeerde met scores op visuo-perceptuele- en geheugentaken.

De resultaten suggereren dat door het spelen van profvoetbal neurocognitieve functies verslechteren. Om deze negatieve effecten te beperken kan base-line neuropsychologisch onderzoek en neuropsychologisch onderzoek direct na het letsel (side-line testing) aangeraden worden, zoals gepropageerd door de American Academy of Neurology (AAN, 1997).

Hoofdstuk 6 betreft een studie bij 81 profvoetballers waarbij het effect van koppen en hersenschuddingen op het neurocognitieve functioneren afzonderlijk is bekeken. Uit de analyse bleek dat er geen correlatie was tussen kopballen en het aantal hersenschuddingen. Hersenschuddingen die waren opgelopen tijdens het spelen van voetbal bleken planningscapaciteit, visuo-spatieel vermogen en het vasthouden van de aandacht negatief te beïnvloeden. Een toenemend aantal kopballen bleek het vermogen om de aandacht te richten en visuele en verbale geheugenprestaties te benadelen.

De resultaten suggereren dat hersenschuddingen neuropsychologische afwijkingen veroorzaken die duiden op diffuus hersenletsel en de afwijkingen door het aantal kopballen op fronto-temporale letsels wijzen.

Uit de resultaten van de 5 gepresenteerde studies kan geconcludeerd worden dat boksen en voetbal een negatieve invloed hebben op neurocognitieve prestaties. Het is te overwegen om de richtlijnen zoals voorgesteld door de American Academy of Neurology (1997) in deze sporten toe te passen.