



Praca przeglądowa
Review paper

Grzegorz Teresiński

Poszukiwanie kryteriów selektywnej weryfikacji następstw dystorsji kręgosłupa szyjnego

Development of selective criteria for the verification of whiplash-associated disorders

Katedra i Zakład Medycyny Sądowej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska
Chair and Department of Forensic Medicine, Medical University of Lublin, Poland

Streszczenie

Dystorsja kręgosłupa szyjnego jest najczęściej rozpoznawanym obrażeniem w wypadkach samochodowych i stanowi główną pozycję w strukturze osobowych odszkodowań komunikacyjnych. Weryfikacja następstw skręcenia szyjnego odcinka kręgosłupa (*whiplash associated disorders* – WAD) to wciąż duży problem opiniodawczy, gdyż obrażenia te są z definicji nieuchwytnie przy użyciu dostępnych metod obrazowania („ujemne radiologicznie następstwa urazu akceleracyjno-deceleracyjnego o różnej symptomatologii”).

Celem pracy była próba zdefiniowania kryteriów, które mogłyby stanowić warunki brzegowe weryfikacji WAD, umożliwiając wstępne kohortowanie (preselekcję) opiniowanych przypadków i podjęcie rozstrzygnięć procesowych. W poszukiwaniu przesłanek różnicujących bardzo szeroki zakres i stopień nasilenia objawów w zależności od okoliczności zdarzenia, wyników badań przedmiotowych pacjentów, dodatkowych badań instrumentalnych, a także wskaźników o charakterze technicznym przeanalizowano dostępne piśmiennictwo naukowe obejmujące problematykę weryfikacji WAD. Na podstawie przeprowadzonej kwerendy wytypowano kryteria o potencjalnie największym znaczeniu pod względem możliwości ich zastosowania w rutynowej działalności eksperckiej (w aspekcie weryfikacyjnym, kwantyfikacyjnym oraz rokowniczym).

Podstawowym warunkiem przyjęcia średniego uszczerbku na zdrowiu w następstwie dystorsji szyjnego odcinka kręgosłupa powinno być potwierdzenie trzeciego stopnia WAD według klasyfikacji *Quebec Task Force* (QTF) oraz przekroczenie progowych wartości Δv (> 15 km/h), przyspieszenia środka ciężkości pojazdu ofiary (> 4 g) i współczynnika NIC (> 15 m²/s²). Uzupełniające kryteria wnioskowania powinny obejmować weryfikację prawidłowości ustawienia zagłówka, a także wyniki badań biomechanicznych dotyczących poziomu bezpieczeństwa konkretnego pojazdu oraz dane epidemiologiczne z baz danych obejmujących statystyki roszczeń zgłaszanych przez ofiary rzeczywistych wypadków.

Słowa kluczowe: wypadki drogowe, uraz typu *whiplash*, dystorsja kręgosłupa szyjnego, uraz akceleracyjny, opiniowanie sądowo-lekarskie.

Abstract

Whiplash injury (distortion of the cervical spine) is the most commonly diagnosed type of injury sustained in car accidents, and it ranks first in the structure of compensation claims for personal injury resulting from traffic incidents. The verification of whiplash-associated disorders (WADs) continues to be a great problem in the formulation of medico-

legal expert opinions, as injuries of this type, cannot, by definition, be captured using available imaging methods (“radiologically negative effects of acceleration/deceleration mechanism with a wide variety of clinical manifestations”). The present study aims to define a set of criteria that might represent threshold conditions for WAD verification, enabling preliminary cohorting (preselection) of evaluated cases and facilitating the adoption of legal decisions. The available scientific literature addressing problems relating to WAD verification was reviewed to identify factors that differentiate an extremely broad spectrum and varying severity of symptoms depending on the circumstances of incidents, the results of physical evaluation of patients and additional instrumental examinations, as well as technical indicators. Based on the literature search, a range of criteria with the highest potential significance for application in routine medical and forensic expert practice were selected (with a focus on aspects related to verification, quantification and outcomes).

The primary prerequisite for recognising the presence of moderate impairment to health (according to the Polish penal code) due to distortion of the cervical spine should involve confirmation of grade 3 WAD according to the Quebec Task Force (QTF) classification, and exceeding the threshold values of Δv (> 15 km/h), acceleration of the victim’s vehicle centre of gravity (> 4 g), and NIC criterion (> 15 m²/s²). Additional criteria used by experts should include the verification of the correct head restraint position as well as results of biomechanical examinations evaluating the level of safety of a given vehicle, and epidemiological data retrieved from databases including the statistics for claims filed by victims of real-life accidents.

Key words: traffic accidents, whiplash injury, distortion of the cervical spine, acceleration injury, medico-legal expert opinions.

Motto

Jak wiadomo, smoków nie ma. Prymitywna ta konstatacja wystarczy może umysłowi prostackiemu, ale nie nauce (...); banalność istnienia została już udowodniona zbyt dawno, by warto jej poświęcać choćby jedno jeszcze słowo. Tak tedy genialny Kerebron, zaatakowawszy problem metodami ścisłymi, wykrył trzy rodzaje smoków: zerowe, urojone i ujemne. (...) Wielką zasługą Trurla i Klapaucjusza było (...) [to, że] zastosowali oni po raz pierwszy w tej dziedzinie rachunek prawdopodobieństwa i tym samym stworzyli smokologię probabilistyczną (...).

Stanisław Lem: Cyberiada

Motto

Everyone knows that dragons don’t exist. But while this simplistic formulation may satisfy the layman, it does not suffice for the scientific mind. (...) Indeed, the banality of existence has been so amply demonstrated, there is no need for us to discuss it any further here. The brilliant Cerebron, attacking the problem analytically, discovered three distinct kinds of dragon: the mythical, the chimerical, and the purely hypothetical. (...) Trurl and Klapaucius (...) were the first to apply probability theory to this area and, in so doing, created the field of statistical draconics (...).

Stanislaw Lem: The Cyberiad

Wstęp

Obrażenia szyjnego odcinka kręgosłupa stanowią poważny problem społeczny i ekonomiczny (tab. I), gdyż subiektywny charakter skarg powoduje bardzo duże trudności w weryfikacji zgłaszanych roszczeń. W krajach tzw. kultury *whiplash* (głównie kraje zachodniej Europy i Ameryki Płn.) wypłaty towarzystw ubezpieczeniowych z tytułu dystor-

Introduction

Injuries to the cervical spine are a serious social and economic problem (Table I), because the subjective nature of complaints causes great difficulties in the verification of claims filed by injured individuals. In countries with the so-called “whiplash culture” (mainly Western Europe and North America), payments made by insurance companies for distor-

Tabela I. Orientacyjny ranking obrażeń różnych części ciała pod względem znaczenia epidemiologicznego oraz kosztów leczenia i kompensacji u ofiar wypadków komunikacyjnych

Table I. Indicative list of injuries involving different body regions based on epidemiological significance and costs of treatment and compensation in victims of traffic accidents

Najczęstsze przyczyny zgonu Leading causes of death	Koszty leczenia i rehabilitacji Costs of treatment and rehabilitation	Najczęstsze urazy Most commonly sustained injuries	Wyплаты z tytułu ubezpieczeń komunikacyjnych (koszty osobowe) Traffic insurance payments (compensation for personal injury)
Głowa Head	Kończyny dolne Lower extremities	Kręgosłup szyjny Cervical spine	Dystorsja kręgosłupa szyjnego Whiplash injury
Klatka piersiowa Chest	Kręgosłup Spine	Głowa i twarz Head and face	Inne urazy kręgosłupa Other spinal injuries
Brzuch i miednica Abdomen and pelvis	Głowa Head	Kończyny górne Upper extremities	Kończyny dolne Lower extremities

sji kręgosłupa szyjnego stanowią główną pozycję w strukturze likwidacji szkód osobowych w wypadkach komunikacyjnych [1]. Powodem tego jest skala zjawiska:

- największy odsetek ofiar stanowią uczestnicy zderzeń samochodowych,
- liczba osób doznających obrażeń (przeżywających wypadek) jest kilkanaście razy większa niż wypadków śmiertelnych,
- w grupie rannych ok. połowa doznaje urazu w wyniku uderzenia w tył pojazdu,
- ok. 80% obrażeń stwierdzanych w grupie ofiar zderzeń tylnych dotyczy kręgosłupa szyjnego,
- diagnozowane skutki urazów kręgosłupa z reguły dotyczą najłżejszej postaci, czyli dystorsji odcinka szyjnego, odpowiadającej pierwszemu stopniowi nasilenia według tzw. skróconej skali obrażeń (AIS 1).

W Polsce dystorsja szyjnego odcinka kręgosłupa jest obecnie rozpoznawana nawet u co drugiej osoby, która doznała obrażeń w wypadku komunikacyjnym, i odpowiada za mniej więcej połowę całkowitej kwoty wypłat z tytułu roszczeń komunikacyjnych w zakresie likwidacji szkód osobowych.

W piśmiennictwie anglojęzycznym odpowiednikiem medycznego rozpoznania skręcenia (dystorsji) szyjnego odcinka kręgosłupa jest powszechnie używane (choć potoczne) pojęcie następstw urazu typu *whiplash*. Zespół związanych z nim dolegliwości (*whiplash associated disorders* – WAD) jest definiowany bardzo ogólnie jako „ujemnie radiologicznie następstwa urazu akceleracyjno-deceleracyjnego o różnej symptomatologii”. Obrażenia te z definicji

tion of the cervical spine are the main item in the structure of claim adjustment in cases involving personal injury sustained in traffic accidents [1]. This is due to the scale of the phenomenon, as shown by the data given below:

- the highest percentage of victims are participants of vehicle collisions,
- the number of people injured (survivors) is a dozen or so times greater than the number of fatalities,
- in the group of injured individuals, approximately half sustain their injuries as a result of rear-end impact,
- approximately 80% of injuries identified among victims of rear-end collisions involve the cervical spine,
- the diagnosed effects of spinal injuries usually take the mildest form, i.e. distortion of the cervical spine corresponding to the severity score of 1 in the Abbreviated Injury Scale (AIS 1).

In Poland, distortion of the cervical spine is currently diagnosed even in one of every two injured victims of traffic accidents, and it accounts for roughly half of the total sum of payments for the adjustment of claims in cases involving personal injury sustained in traffic accidents.

In the English-language literature, the equivalent of the medical diagnosis of a sprain (distortion) of the cervical spine is the widely used (though colloquial) term of “whiplash injury”. Whiplash associated disorders (WAD) are defined in very broad terms as “radiologically negative effects of acceleration/deceleration mechanism with a wide variety of

nie są więc uchwytne przy użyciu dostępnych metod obrazowania [2].

Występujący często u ofiar kolizji drogowych tzw. objaw strunowy widoczny na zdjęciu RTG w projekcji bocznej (ryc. 1) nie jest patognomoniczny dla WAD, gdyż stanowi tylko pośrednie następstwo wzmożonego napięcia mięśni szyi lub wynika jedynie ze sposobu ustawienia pacjenta podczas wykonywania zdjęcia, względnie unieruchomienia szyi w kołnierzu ortopedycznym. Zniesienie fizjologicznej lordozy szyjnej występuje także w innych schorzeniach kręgosłupa o etiologii nieurazowej i często jest diagnozowane zupełnie przypadkowo nawet u osób niezgłaszających żadnych dolegliwości w okolicy szyi [3–5].

Podstawowym objawem klinicznym WAD jest ból szyi w obrębie kręgosłupa lub tkanek miękkich (bez możliwości konkretnego umiejscowienia anatomicznego) z bólowym ograniczeniem ruchomości i towarzyszącym wzrostem napięcia mięśni przykręgosłupowych (ruchy szyi wzmagają ból, przed którym organizm „broni się”, odruchowo napinając mięśnie i usztywniając w ten sposób kręgosłup). Mimo wieloletnich badań niemożliwe jest określenie etiopatogenezy WAD, gdyż dotychczas nie udało się w jednoznaczny sposób ustalić jego morfologicznych wykładników, a nawet rozstrzygnąć, czy WAD ma jakiegokolwiek uchwytne podłoże somatyczne

clinical manifestations”. Consequently, by the very definition, injuries of this type cannot be visualised using available imaging methods [2].

The so-called string sign, which often occurs in victims of traffic collisions and can be seen on lateral-view X-ray images (Fig. 1), is not pathognomonic for WAD, as it is only an indirect effect of increased cervical muscle tension or merely a consequence of patient positioning during the X-ray examination or neck immobilisation in the cervical collar. The loss of physiological cervical lordosis is also seen in other spinal disorders of non-traumatic aetiology. Quite often, it may even be diagnosed completely accidentally in patients who do not report any discomfort in the neck region [3–5].

The main clinical symptom of WAD is neck pain within the spine or soft tissues (without a possibility to pinpoint its anatomical location precisely) accompanied by pain-related restriction of mobility and increased paraspinal muscle tone (neck movements cause more severe pain, so the body puts up a “defence mechanism” by reflexively flexing the muscles and thus stiffening the spine). Despite many years of research, the aetiopathogenesis of WAD remains elusive because, as yet, it has not been possible to clearly determine the morphological features of the condition or even resolve the basic dilemma of whether WAD has any tangible somatic basis [1, 6].



Ryc. 1. Zniesienie fizjologicznej lordozy szyjnej (objaw strunowy)

Fig. 1. Loss of physiological cervical lordosis (string sign, military neck)

[1, 6]. Przedmiotem sporów jest określenie charakteru zgłaszanych dolegliwości bólowych:

- ból receptorowy (urazu) czy ból neuropatyczny (niereceptorowy),
- ból narządowy (obrażenia) czy ból psychiczny (krzywdy),
- ból miejscowy czy ból odniesiony (odczuwany w miejscu odległym od lokalizacji uszkodzenia).

Wielu badaczy traktuje WAD jako chorobę o podłożu psychosomatycznym, w której czynniki urazowy (lub jedynie konfliktowa sytuacja stresowa) wyzwała lub podtrzymuje odczuwanie dolegliwości somatycznych i psychicznych [1]. Według niektórych nieodosobnionych poglądów WAD jest efektem zaburzeń osobowościowych i nerwicowo-socjopatycznych [6]. Kontrowersje budzi zwłaszcza fakt, że u kilku do kilkunastu procent ofiar z rozpoznaniem WAD subiektywne skargi utrzymują się (mimo prowadzonego leczenia) nawet przez wiele lat. Przeciwno hipotezie występowania przewlekłej postaci WAD świadczą jednak dane statystyczne [2]:

- prawdopodobieństwo wystąpienia WAD zmniejsza się wraz ze wzrostem prędkości kolizyjnej (szczególnie gdy WAD przestaje być jedynym, izolowanym następstwem zdarzenia),
- częstość przewlekłego bólu szyi u ofiar wypadków komunikacyjnych nie odbiega od częstości występowania tego objawu w populacji ogólnej,
- prawie wszyscy pacjenci z rozpoznaniem przewlekłym WAD wykazują zaburzenia sfery psychicznej i emocjonalnej o różnym nasileniu (z reguły istniejące już przed wypadkiem),
- wyniki badań obrazowych oraz retrospektywna ocena archiwalnej dokumentacji medycznej pozwalają w większości przypadków na wykazanie innej, współistniejącej przyczyny zgłaszanych dolegliwości w postaci zaawansowanych zmian chorobowych kręgosłupa.

W praktyce klinicznej skręcenie (dystorsja) kręgosłupa szyjnego jest rozpoznawane wyłącznie na podstawie subiektywnych skarg zgłaszanych przez pokrzywdzonych oraz informacji, że uczestniczyli oni w kolizji drogowej [2]. Taki sposób diagnozowania jest z oczywistych względów dalece niewystarczający z punktu widzenia oceny i zasad prawnej kwalifikacji następstw urazu, tym bardziej że pokrzywdzeni najczęściej nie doznają żadnych widocznych obrażeń zewnętrznych ani urazów uchwytnych w badaniach obrazowych. Mimo że zgłaszane do-

Even the nature of pain reported by patients is disputable:

- receptor pain (due to trauma) or neuropathic pain (non-receptor type),
- organ pain (due to injury) or psychological pain (mental harm),
- local pain or referred pain (felt in a location away from the site of injury).

Many researchers argue that WAD is a psychosomatic disorder in which a traumatic factor (or merely a high-stress conflict situation) either triggers or sustains somatic and psychological symptoms experienced by the patient [1]. According to some – not at all uncommon – hypotheses WAD is an effect of personality and neurotic/sociopathic disorders [6]. Particularly controversial is the fact that in a few to a dozen or so percent of victims diagnosed with WAD subjective complaints persist (despite ongoing treatment) for up to several years. On the other hand, though, the hypothesis that WAD can evolve into a chronic condition is undermined by statistical data [2]:

- the probability of WAD development decreases with increasing collision speed (particularly when WAD ceases to be the only isolated consequence of the incident),
- the prevalence of chronic neck pain in the group of victims of traffic accidents is not different from the prevalence of the symptom in the general population,
- nearly all patients diagnosed with chronic WAD exhibit varying degrees of psychological and emotional disturbances (usually predating the accident),
- in most cases, the findings of imaging examinations and retrospective reviews of archival medical records reveal another concomitant cause of the reported complaints in the form of advanced spinal pathologies.

In clinical practice, sprain (distortion) of the cervical spine is diagnosed solely on the basis of the nature of subjective complaints reported by victims, and the information that they have been involved in a traffic collision [2]. This method of diagnosis is – for obvious reasons – far from satisfactory from the perspective of the assessment and rules governing the legal classification of the effects of injury, especially considering the fact that victims typically do not show any visible external injuries or lesions de-

legliwości mają subiektywny charakter, to jednak w części przypadków stopień nasilenia bólu i towarzyszącego bólowego ograniczenia ruchomości szyi powoduje utrudnienia w normalnym funkcjonowaniu i budzi niepokój pacjentów (szczególnie w społeczeństwach o wysokim stopniu świadomości możliwości wystąpienia takich konsekwencji), co z kolei jest przyczyną długotrwałej absencji w pracy i fali roszczeń finansowych.

Częstość zgłaszania roszczeń związanych z WAD wykazuje ogromne różnice regionalne w zależności od systemu likwidacji szkód opartego na odpowiedzialności kontraktowej lub deliktowej na zasadzie winy lub ryzyka (zwłaszcza w krajach ze współistniejącymi systemami *tort law* oraz tzw. *no fault*). Jednym z powodów jest również występowanie zjawiska „oczekiwania skutku” (*sequel expectation*) przez uświadomionych w tej materii uczestników kolizji [1]. Jest to jeden z przejawów tzw. kultury *whiplash* wynikający z powszechnego dostępu do informacji o charakterze publicystycznym oraz poradników (stwarzających pozory opracowań naukowych) dla potencjalnych ofiar. Niektóre serwisy internetowe zawierają dokładne przepisy na uzyskanie świadczeń w wyniku praktycznie dowolnej kolizji drogowej z podaniem kwot odszkodowania, na jakie można liczyć w zależności od rodzaju zgłaszanych dolegliwości. Perspektywna ocena postępów leczenia pacjentów po niedawno doznanej dystorsji kręgosłupa szyjnego potwierdza [6, 7], że skorzystanie z usług „niezależnych konsultantów” znacząco wydłuża okres leczenia i powrotu do normalnej aktywności zawodowej (w porównaniu z ofiarami, które nie korzystały z takiej „pomocy prawnej”). Odsetek agrawacji w przypadkach WAD jest ostrożnie szacowany na ok. 30–50% [8, 9].

Cel pracy

Celem pracy była próba wyznaczenia kryteriów, które mogłyby stanowić warunki brzegowe weryfikacji WAD, umożliwiające wstępne kohortowanie (preselekcję) opiniowanych przypadków i podjęcie rozstrzygnięć procesowych zarówno w sprawach karnych (różnicowanie lekkiego i średniego uszczerbku na zdrowiu), jak i cywilnych oraz ubezpieczeniowych (ocena stopnia prawdopodobieństwa długotrwałego uszczerbku i hipotetycznych odległych następstw). Opracowanie jest ukierunko-

nectable by imaging examinations. Although complaints reported by victims mostly involve subjectively experienced pain, in some cases their high severity and accompanying pain-related limitation of neck mobility cause difficulties in normal functioning, and trigger anxiety in patients (especially in societies with a high degree of awareness that such effects might arise), which in turn leads to long-term absence from work and a wave of financial claims.

The frequency of filing WAD-related legal claims varies significantly between regions depending on the system of claim adjustment which may be based on contract or tort liability arising from the general principle of fault or risk (especially in countries with coexisting “tort law” and “no-fault” systems). Another contributing factor is the phenomenon of “sequel expectation” by collision participants who are aware that such effects might arise [1]. It is one of the manifestations of the so-called “whiplash culture” attributable to the widespread access to press reports and guidebooks (claiming to be scientific studies) targeted at potential whiplash victims. Some websites even describe in detail the procedure that should be followed in order to obtain compensation after being involved in virtually any type of traffic collision, and list compensation amounts that may be claimed depending on the type of reported health complaints. A prospective assessment of treatment progress in patients after recent distortion of the cervical spine [6, 7] shows that using the services of “independent consultants” significantly extends the period of therapy and delays the return to normal professional life (compared to the group of accident victims who did not use this type of “legal assistance”). The rate of aggravation in WAD cases is carefully estimated at approximately 30–50% [8, 9].

Aim of the study

The aim of the study was to define a set of criteria that might represent threshold conditions for WAD verification, enabling preliminary cohorting (preselection) of evaluated cases and facilitating the adoption of legal decisions both in criminal cases (the distinction between mild and moderate impairment to health, according to the Polish penal code), as well as civil and insurance cases (assessment of

wanym rozszerzeniem i pragmatyczną kontynuacją (zorientowaną teleologicznie) wcześniejszych prac poświęconych problematyce weryfikacji następstw urazów typu *whiplash* [1, 2].

Materiał i metody

Przeanalizowano dostępne piśmiennictwo naukowe obejmujące problematykę weryfikacji WAD w poszukiwaniu przesłanek różnicujących bardzo szeroki zakres i stopień nasilenia objawów w zależności od okoliczności zdarzenia, wyników badań przedmiotowych pacjentów, dodatkowych badań instrumentalnych (zwłaszcza MRI), a także wskaźników o charakterze technicznym. Uwzględniono dane na temat epidemiologii WAD, skuteczności różnych metod leczenia oraz wyniki symulacji i analiz biomechanicznych ze szczególnym uwzględnieniem danych z rzeczywistych zderzeń (*real-world data* – RWD).

Na podstawie przeprowadzonej kwerendy wytypowano kryteria o potencjalnie największym znaczeniu pod względem możliwości ich zastosowania w rutynowej działalności eksperckiej (w aspekcie weryfikacyjnym, kwantyfikacyjnym oraz rokowniczym).

Wyniki

Do kryteriów o największym potencjale użyteczności praktycznej zakwalifikowano:

- 1) stopień nasilenia WAD według klasyfikacji Quebec Task Force (QTF) on Whiplash-Associated Disorders [10],
- 2) rezultaty technicznej oceny parametrów zderzeniowych (Δv oraz przyspieszenie środka masy pojazdu obliczone przez biegłych z zakresu techniki samochodowej),
- 3) rankingi bezpieczeństwa pojazdów opracowane na podstawie wyników testów zderzeniowych oraz analiz roszczeń zgłaszanych przez ofiary rzeczywistych wypadków,
- 4) stopień zabezpieczenia biernego ofiary (ustawienie zagłówka, użycie pasów bezpieczeństwa, technologie *anti-whiplash*),
- 5) stopień zaskoczenia uczestnika (analiza zeznań),
- 6) współistniejące zmiany chorobowe lub przypadkowo wykryte zmiany pourazowe w badaniu MRI.

the probability of long-term health impairment and hypothetical late effects). The current study is a targeted extension and pragmatic (teleologically oriented) follow-up to earlier studies addressing the issue of effects caused by whiplash injuries [1, 2].

Material and methods

The available scientific literature addressing problems relating to WAD verification was reviewed to identify factors that differentiate an extremely broad spectrum and varying severity of symptoms depending on the circumstances of incidents, the results of physical evaluation of patients and additional instrumental examinations (especially MRI), as well as technical indicators. The review included the available data on WAD epidemiology, the efficacy of various treatment modalities, results of biomechanical simulations and analyses with a special emphasis on data from real-life collisions (i.e. real-world data – RWD).

Based on the literature search, a range of criteria with the highest potential significance for the application in routine medical and forensic expert practice were selected (with a focus on aspects related to verification, quantification and outcomes).

Results

The greatest potential practical value was determined for the following criteria:

- 1) determination of WAD grade according to the classification proposed by the Quebec Task Force (QTF) on Whiplash-Associated Disorders [10],
- 2) results of technical assessment of impact parameters (Δv and acceleration of vehicle mass centre calculated by experts in automotive technology),
- 3) automobile safety ratings based on crash test results and analyses of claims filed by real-life accident victims,
- 4) degree of passive protection of accident victims (head restraint position, use of seat belts, availability of anti-whiplash technologies),
- 5) degree of surprise in accident participant (analysis of victim reports),
- 6) concomitant pathologies or post-traumatic lesions detected incidentally by MRI.

Dyskusja

W praktyce sądowo-lekarskiej optymalny tryb weryfikacji rozpoznania WAD (ustalonych w warunkach klinicznych) oraz kwantyfikacji ich następstw powinien obejmować następujące etapy:

- określenie stopnia WAD według klasyfikacji QTF,
- potwierdzenie przekroczenia progowych wartości przyrostu prędkości (Δv) oraz przyspieszenia (opinia biegłego w dziedzinie ruchu drogowego),
- weryfikację prawdopodobieństwa WAD na podstawie całościowej oceny dostępnych danych:
 - analizy okoliczności wypadku i sytuacji ocenianego uczestnika,
 - analizy źródeł statystycznych dotyczących stopnia bezpieczeństwa uszkodzonego pojazdu,
 - analizy przeszłości chorobowej uczestnika wypadku (archiwalnej dokumentacji medycznej),
 - analizy przebiegu leczenia rozpoznanego WAD (bieżącej dokumentacji medycznej).

Stopniowanie WAD

„Epidemia *whiplash*”, do której doszło w wielu krajach w końcu ubiegłego wieku, była impulsem do podjęcia działań zaradczych i skoordynowanych badań naukowych nad istotą tego zjawiska [6, 10]. Jednym z efektów tej aktywności było stworzenie jednolitej klasyfikacji WAD, która od połowy lat 90. jest powszechnie stosowana do różnicowania tego niejednoznacznego i heterogennego zespołu o rozmaitej symptomatologii. Ze względów praktycznych wyróżniono „zerowy” WAD, a także czwarty stopień WAD, mimo że część sklasyfikowanych w nim przypadków wykracza poza definicję następstw ujemnych radiologicznie (są one diagnozowane na podstawie zmian wykrywanych sporadycznie za pomocą innych modalności obrazowania, zwłaszcza MRI).

Systematyka opracowana przez QTF zawiera również podstawowe wytyczne leczenia WAD (tab. II), ale z niewiadomych przyczyn nie znalazły one dotychczas szerszego oddźwięku w naszym kraju. W Polsce złotym standardem leczenia WAD pozostaje długotrwałe stosowanie kołnierza ortopedycznego, mimo iż ten sposób postępowania został już dawno zdezawuowany w krajach, w których szczyt zapadalności na WAD wyprzedzał o ćwierć wieku polskie doświadczenia [6, 10]. Utrzymywanie

Discussion

In medico-legal practice, the optimal procedure for verifying the diagnosis of WAD (made in the clinical settings) and for quantifying WAD effects should consist of the following stages:

- determination of WAD grade according to the classification proposed by the QTF on Whiplash-Associated Disorders,
- confirmation that the threshold values of velocity change (Δv) and acceleration have been exceeded (opinion issued by a road traffic expert),
- verification of the probability of WAD based on the overall assessment of the available data:
 - analysis of the circumstances of the accident and the situation of the participant being evaluated,
 - analysis of statistical sources relating to the degree of safety of the damaged vehicle,
 - review of the medical history of the accident victim (archival medical records),
 - review of the course of treatment of recently diagnosed WAD (current medical records).

WAD grading system

The “whiplash epidemic”, which was observed in many countries worldwide at the end of the 20th century, provided an impulse for taking mitigating actions and initiating coordinated scientific studies to explore the nature of this phenomenon [6, 10]. One of the outcomes of these actions was the development of a uniform WAD classification which has been widely used since the mid-1990s for the differentiation of this ambiguous and heterogeneous syndrome characterised by a variety of clinical manifestations. For practical reasons, the WAD classification includes grade 0 WAD as well as grade 4 WAD, even though some of the cases classified in this system go beyond the definition of radiologically negative effects (they are diagnosed on the basis of lesions detected incidentally by other imaging modalities, especially MRI).

The WAD classification developed by the QTF also contains basic guidelines for the treatment of WAD (Table II) which, for unknown reasons, have not been widely embraced in Poland as yet. In the Polish practice, the gold standard in the treatment of WAD continues to be prolonged use of orthopaedic

Tabela II. Podział WAD oraz zalecany sposób postępowania terapeutycznego według Quebec Task Force on Whiplash-Associated Disorders [10]

Table II. WAD grading and recommended therapeutic management according to the Quebec Task Force on Whiplash-Associated Disorders [10]

Stopień WAD WAD grade	Objawy Symptoms	Zalecane leczenie Recommended treatment	Powrót do pracy Return to work
0	Brak skarg i objawów fizykalnych No complaints or physical symptoms	Brak None	Natychmiast Immediately
1	Dolegliwości bólowe i tkliwość szyi bez zmian fizykalnych Pain and tenderness in the neck without physical lesions	Brak konieczności leczenia No need for treatment	Niezwłocznie With no delay
2	Skargi bólowe i wzmożone napięcie mięśni z ograniczeniem ruchomości Pain complaints and increased muscle tone with restricted mobility	Co najwyżej popularne leki przeciwbólowe Popular analgesics at most	Do 7 dni Within up to 7 days
3	Skargi bólowe i objawy neurologiczne (osłabienie odruchów i siły mięśni, zaburzenia czucia, objawy korzeniowe) Pain complaints and neurological symptoms (weakening of muscle reflexes and strength, sensory disturbances, radicular symptoms)	Niesterydowe i nienarkotyczne leki przeciwbólowe, ewentualne krótkotrwałe unieruchomienie Non-steroidal and non-narcotic analgesics; possibly short-term immobilisation	Do 6 tygodni Within up to 6 weeks
4	Dolegliwości związane ze złamaniem i/lub zwichnięciem kręgosłupa Complaints associated with spinal fracture and/or dislocation	Leczenie szpitalne, ewentualnie neurotomia prądem o częstotliwości fal radiowych stawów międzykręgowych Hospital treatment or cervical radiofrequency neurotomy	Kilka miesięcy Within a few months

unieruchomienia przez 6–8 tygodni powoduje, że pacjent „uzależnia się” od kołnierza, a przy próbie jego odstawienia odczuwa nasilenie dolegliwości wywołane zwiotczeniem mięśni szyi [2]. Pochopne zalecenie długotrwałego noszenia kołnierza ortopedycznego może więc dodatkowo nasilać objawy, zwłaszcza u pacjentów z istniejącymi już wcześniej dolegliwościami o podłożu degeneracyjnym (nawet jeśli zgłaszali udział w kolizjach drogowych).

Głównym praktycznym zastosowaniem klasyfikacji QTF jest jednak różnicowanie WAD pod względem czasu utrzymywania się objawów uniemożliwiających pacjentowi normalne funkcjonowanie, w tym powrót do normalnej aktywności zawodowej (tab. II). W najczęstszych przypadkach WAD o drugim (2/3 przypadków) i pierwszym (do 30% ogółu pacjentów) stopniu nasilenia według QTF zalecane jest jak najszybsze podjęcie normalnej aktywności ruchowej, która warunkuje szybkie ustępowanie dolegliwości (doraźne uśmierzenie bólu mogą zapewnić popularne leki przeciwbólo-

dic cervical collar although this management strategy was found to be ineffective a long time ago in countries where the peak incidence of WAD preceded by over a quarter of a century the Polish experience [6, 10]. Cervical immobilisation for a period of 6–8 weeks causes the patient to become dependent on the collar, and attempts to remove it lead to increased severity of symptoms due to the weakness of the cervical muscles [2]. Consequently, patients who are automatically instructed to wear a cervical collar may, in fact, experience more severe symptoms. This applies in particular to patients with preexisting degenerative conditions (even if they report being involved in traffic collisions).

However, the main practical application of the QTF classification is the differentiation of WAD in terms of the persistence of symptoms which impede normal patient functioning, for example, preventing the resumption of normal professional activity (Table II). In the most commonly occurring cases of grade 2 WAD (two-thirds of all patients) and grade 1

we i ewentualne zabiegi fizjoterapeutyczne, lecz ich skuteczność jest dyskusyjna).

Z klasyfikacji QTF wynika jednoznacznie, że dopiero trzeci stopień WAD (czyli obecność objawów podrażnienia korzeni nerwowych) może stanowić podstawę do rozpatrywania ewentualności zaistnienia tzw. średniego uszczerbku na zdrowiu w postępowaniu karnym (naruszenie czynności narządu ciała na czas dłuższy niż 7 dni) oraz warunek progowy do rozpatrywania hipotetycznych długotrwałych następstw w postępowaniu cywilnym.

Wyniki badań doświadczalnych wskazują, że nawet przy niewielkich prędkościach zderzeniowych u części ochotników pojawia się dyskomfort i przemijające dolegliwości bólowe niedające jakichkolwiek objawów w badaniu fizykalnym [2]. Są one jednak krótkotrwałe i zazwyczaj ustępują całkowicie w ciągu najwyżej kilku dni bez żadnego leczenia. Podobna sytuacja bardzo często występuje u uczestników rzeczywistych kolizji drogowych. Z sądowno-lekarskiego punktu widzenia konieczne jest różnicowanie takich przypadków („związanych z *whiplash*”, ale niepowodujących w istocie żadnych istotnych obrażeń samego kręgosłupa, zwłaszcza takich, które mogłyby stwarzać ryzyko długotrwałych następstw) od relewantnej prawnie (szczególnie z punktu widzenia odpowiedzialności karnej) rzeczywistej dystorsji kręgosłupa szyjnego – odpowiadającej co najmniej trzeciemu stopniowi WAD.

Z punktu widzenia orzecznictwa ubezpieczeniowego najistotniejsze jest, że przypadki zaliczane do kategorii QTF 3+ dotyczą statystycznie jedynie mniej niż co dziesiątego rozpoznania WAD w warunkach klinicznych [11].

Progowe parametry techniczne kolizji

Objawy WAD z reguły są zgłaszane przy bardzo małych prędkościach kolizyjnych. Ich częstość zmniejsza się wyraźnie w przedziale „średnich” prędkości zderzeniowych, w poważniejszych wypadkach należą zaś do rzadkości [8, 12]. Ten pozorny paradoks tłumaczy fakt, że dystorsja kręgosłupa szyjnego w „lekkich” wypadkach stanowi jedyny problem zdrowotny, na którym koncentruje się uwaga uczestników kolizji. Ofiary poważniejszych wypadków na ogół doznają natomiast innych, często wielomiejscowych obrażeń (w tym złamań),

WAD (up to 30% of all patients) based on the QTF classification, normal physical activity should preferably be resumed as soon as possible, as it accelerates the resolution of complaints in the majority of cases (immediate pain relief can be obtained by taking popular analgesics and possibly also physiotherapy procedures, though their efficacy is debatable).

The QTF classification shows indisputably that only grade 3 WAD (involving symptoms of nerve root irritation) may serve as a basis for claims that the victim has sustained moderate impairment to health in criminal proceedings (impairment of the functioning of a bodily organ lasting longer than 7 days, according to the Polish penal code), and a threshold condition for determining hypothetical long-term health effects in civil proceedings.

Experimental studies have shown that even at low collision speeds some subjects experience discomfort and transient pain without any symptoms seen in the physical examination [2]. However, these complaints are of short duration, and they usually resolve completely within up to a few days without any treatment. Similar situations are very common among participants of real-life traffic collisions. From the medico-legal standpoint, it is necessary to differentiate between such cases (“associated with *whiplash*” but not causing any significant injury to the spine itself, particularly those that might pose a risk of long-term health effects) and the actual distortion of the cervical spine, corresponding to at least grade 3 WAD, which is relevant from the legal point of view (especially from the perspective of criminal liability).

Regarding the resolution of insurance claims, the crucial aspect to consider is that, statistically speaking, cases classified as the QTF grade 3+ apply only to less than 1 in 10 patients diagnosed with WAD in the clinical setting [11].

Threshold technical parameters of collision

WAD symptoms are usually reported at very low collision speeds, their prevalence decreases in the range of “moderate” collision speeds, and they are rare in more severe accidents [8, 12]. The apparent paradox of this situation can be explained by the fact that distortion of the cervical spine in “mild” cases is the sole health problem on which the attention of

wśród których ewentualny WAD stanowi stosunkowo niegroźny i relatywnie błahy skutek.

Powyzsza prawidłowość obrazuje faktyczny stopień nasilenia uszczerbku na zdrowiu powodowanego przez *whiplash*. Taka relatywizacja ilustruje również kontrowersyjność obecnego systemu kompensacji następstw zdarzeń drogowych – uczestnicy zgłaszający jedynie zespół subiektywnych (nieweryfikowalnych) objawów WAD uzyskują nieraz o wiele wyższe kwoty odszkodowań niż ofiary z jednoznacznie ustalonym i zobiektywizowanym źródłem dolegliwości bólowych, np. w postaci złamań żeber, złamań kończyn czy zwichnięć dużych stawów.

Trwające od kilkadziesiąt lat wielokierunkowe badania fenomenu zjawiska *whiplash* obejmują też próby skorelowania zgłaszanych dolegliwości z technicznymi parametrami kolizji. Największe znaczenie praktyczne mają wyniki badań populacyjnych w rzeczywistych warunkach (RWD). Niezwykle cenne są zwłaszcza informacje uzyskane z analizy zapisów rejestratorów zderzeń montowanych przez producentów w bardzo dużej liczbie szwedzkich pojazdów (dziesiątki tysięcy nowych modeli samochodów). Urządzenia te pełnią funkcję ukrytych „czarnych skrzynek” rejestrujących parametry jazdy, pracy silnika i reakcji kierowcy oraz zapisy z akcelerometrów. Ponieważ model sprzedaży nowych pojazdów w Skandynawii obejmuje 3-letni okres ubezpieczenia również od szkód osobowych, uzyskano w ten sposób unikalny model statystyczny – łączący wyniki analizy dokumentacji medycznej konkretnych ofiar z technicznymi parametrami poszczególnych zderzeń [1].

Wyniki tych szeroko zakrojonych badań populacyjnych pozwoliły nie tylko na określenie rzeczywistej skuteczności (procentowego obniżenia ryzyka wystąpienia WAD) prototypowych wersji różnych systemów zabezpieczeń anti-*whiplash* (aktywnych zagłówków, systemów WHIPS, AWD itp.), lecz także wyznaczenie granicznych parametrów wytrzymałościowych dla urazów typu *whiplash*. Kryteria tolerancji mają formę zależności statystycznej, która stanowi informację o poziomie ryzyka wystąpienia określonego rodzaju obrażeń w funkcji badanego parametru fizycznego (np. przedziałów prędkości lub przyspieszenia). Wypracowana metodyka pozwala na dość łatwe przewidywanie prawdopodo-

collision participants is focused. In contrast, victims of more serious accidents usually suffer other, often multi-site injuries (including fractures), and in this context the possible occurrence of WAD is seen as a fairly harmless and relatively trivial effect.

Consequently, the correlation described above illustrates the actual severity of whiplash-induced impairment to health. Such relativisation of effects also highlights the controversies that are present in the current traffic accident compensation system: participants reporting only a set of subjective (unverifiable) symptoms of WAD often receive considerably higher amounts of compensation than accident victims with a precisely identified and objectified source of pain such as rib fractures, extremity fractures or dislocations of large joints.

Multifaceted research on the phenomenon of whiplash, spanning a period of several decades, has also included attempts to correlate complaints reported by patients with technical collision parameters. From the practical viewpoint, the most valuable are results of population studies conducted in real-life conditions (RWD). Vehicle collision data obtained from crash recorders fitted by manufacturers in a very large number of Swedish vehicles (tens of thousands of new car models) are especially beneficial. Crash recorders are hidden “black boxes” recording the parameters of driving, engine operation and driver responses as well as accelerometer data. Since the model of new vehicle sales in Scandinavia comprises 3-year insurance also for personal injury, a unique statistical model was thus generated, linking the results of the review of medical records of specific victims to the technical parameters determined for respective collisions [1].

Based on the results of these extensive population studies, it was possible not only to evaluate the actual effectiveness (expressed as the percentage reduction in the risk of WAD) of prototypical versions of different anti-whiplash safety systems (active head restraints, WHIPS, and AWD systems, etc.), but also to determine the threshold strength parameters for whiplash injuries. Tolerance criteria take the form of a statistical relationship providing information about the risk of occurrence of a particular type of injury as a function of a physical parameter under investigation (e.g. velocity or acceleration ranges). Based on that methodology, it is relatively easy to

bieństwa wystąpienia określonych skutków przy zadanych parametrach wejściowych [1, 13]:

- progowe parametry techniczne zderzenia, przy których ryzyko WAD osiąga istotny poziom:
 - $\Delta v > 15$ km/h,
 - przyspieszenie > 4 g,
 - współczynnik NIC (*neck injury criterion*):
 - NIC $15 \text{ m}^2/\text{s}^2$ – istotne ryzyko obrażeń AIS 1 (*whiplash*),
 - NIC $25 \text{ m}^2/\text{s}^2$ – 50% ryzyko długotrwałych objawów *whiplash*;
- WAD można praktycznie wykluczyć, jeżeli wartość przyspieszenia < 3 g,
- prawdopodobieństwo WAD zbliża się do 100%, jeżeli wartość przyspieszenia > 7 g.

Wyniki analizy technicznej innego zbioru rzeczywistych wypadków (zderzeń tylnych) w przedziale Δv 5–45 km/h [14, 15] pozwoliły na wysunięcie następujących wniosków:

- $\Delta v < 13$ km/h – nie odnotowano żadnych urazów kręgosłupa szyjnego,
- Δv w przedziale 13–30 km/h – możliwość wystąpienia obrażeń kręgosłupa szyjnego,
- $\Delta v > 30$ km/h – we wszystkich przypadkach wystąpiły objawy uszkodzenia kręgosłupa szyjnego.

Niestety większość opublikowanych analiz biomechanicznych nie zawiera precyzyjnej definicji ocenianych następstw biologicznych [13]. Za objaw uszkodzenia kręgosłupa szyjnego często uznawany jest zarówno krótkotrwały (jednodniowy) ból karku, jak i kilkutygodniowe leczenie kliniczne (w większości badań jako kryterium długości WAD uwzględnia się czas utrzymywania się subiektywnych dolegliwości raportowanych przez uczestnika zdarzenia, np. poniżej lub powyżej miesiąca).

Szeroka baza doświadczalna i teoretyczna zachęca do praktycznego stosowania zdobytej wiedzy, tzn. określania prawdopodobieństwa wystąpienia konkretnego zespołu obrażeń (w tym przypadku WAD) w analizowanym przedziale parametrów granicznych. Rezultaty technicznej oceny parametrów zderzeniowych znalazły już zastosowanie w praktyce wymiaru sprawiedliwości – sądy w Niemczech odrzucają pozwy dotyczące WAD, gdy wartość Δv jest mniejsza niż 10 km/h, a dopiero powyżej 30 km/h związek przyczynowy między WAD i wypadkiem przyjmowany jest bez żadnych dodatkowych założeń [16].

predict the probability of occurrence of specific effects at predefined input parameters [1, 13]:

- technical threshold parameters for the collision at which the risk of WAD reaches a significant level:
 - $\Delta v > 15$ km/h,
 - acceleration > 4 g,
 - Neck Injury Criterion (NIC):
 - NIC $15 \text{ m}^2/\text{s}^2$ – a significant risk of AIS 1 injury (*whiplash*),
 - NIC $25 \text{ m}^2/\text{s}^2$ – 50% risk of long-term *whiplash* symptoms;
- the risk of WAD can be practically excluded if acceleration < 3 g,
- the probability of WAD approaches 100% if acceleration > 7 g.

Based on the technical analysis of another set of real-life accidents (rear-end collisions) in the Δv range of 5–45 km/h [14, 15], the following conclusions were reached:

- $\Delta v < 13$ km/h – no observed cervical spine injuries,
- Δv in the range of 13–30 km/h – a possibility of cervical spine injury,
- $\Delta v > 30$ km/h – symptoms of damage to the cervical spine observed in all cases under analysis.

Unfortunately, the majority of published biomechanical studies fail to provide a precise definition of the biological effects under evaluation [13]. Symptoms of cervical spine injury are often considered to include both short-term neck pain (persisting for 1 day) and clinical treatment lasting a few weeks (in most studies, the criterion of WAD persistence corresponds to the duration of subjective complaints reported by accident participants, e.g. less or more than 1 month).

Extensive experimental and theoretical data encourage the practical application of accumulated knowledge, i.e. determination of the probability of occurrence of a specific syndrome of injuries (in this case WAD) in the analysed range of threshold parameters. The results of the technical assessment of the impact parameters have already found application in the judicial practice. For example, German courts dismiss lawsuits in WAD-related cases when the Δv value is less than 10 km/h, and for the causal relationship between WAD and the accident to be accepted without any additional qualifications the value of Δv must exceed 30 km/h [16].

Progowe wartości Δv (≤ 13 km/h) oraz przyspieszenia (≤ 3 g), a z drugiej strony stopień WAD ≤ 2 według QTF praktycznie wykluczają (niezależnie od siebie) możliwość doznania relewantnych prawnie obrażeń kręgosłupa szyjnego (niezależnie od ewentualnych współistniejących zmian chorobowych wykazanych w badaniach obrazowych). Wart rozważenia jest również postulat wprowadzenia dodatkowych wartości progowych Δv i krotności g (> 30 km/h oraz > 7 g) pozwalających na wyodrębnienie przypadków, które w założeniu będą stanowić podstawę do arbitralnego uznawania WAD (analogicznie do progów tzw. silniejszego działania przy ocenie wpływu stanu nietrzeźwości lub zażycia substancji odurzających).

Parametru Δv nie można utożsamiać z prędkością kolizyjną, gdyż zależy od stosunku mas zderzających się pojazdów oraz ich względnej prędkości (jeżeli pojazd uderzany również znajdował się w ruchu w momencie kolizji), a także stopnia pochłaniania energii zderzenia przez elementy nadwozia obu pojazdów. Przy małej prędkości kolizyjnej zderzenie ma w dużym stopniu charakter sprężysty, ponieważ ugięcie elementów nadwozia jest w znacznym stopniu odwracalne. Dlatego organ procesowy powinien obligatoryjnie wymagać obliczania wartości Δv i krotności przyspieszenia ziemskiego g w opiniach zleczanych ekspertom z zakresu techniki samochodowej i zderzeń pojazdów [14, 17].

Podane kryteria progowe zostały określone dla środka masy pojazdu, w którym podróżowała ofiara. Wartości przyspieszeń mierzone na poziomie głowy lub tułowia są bowiem z reguły znacznie większe – WAD jest nieprawdopodobny, gdy przyspieszenie górnej części ciała osiąga wartość do 6 g [14, 17], a akceptowalna wartość przyjmowana podczas dynamicznych testów foteli samochodowych wynosi 9 g [13]. Należy również podkreślić, że podane minimalne kryteria progowe wskazują jedynie na prawdopodobieństwo zaistnienia ostrych objawów urazu typu *whiplash* (WAD 1+). Potrzebne są dalsze badania w celu wyznaczenia parametrów predykcyjnych wyższych kategorii dystorsji kręgosłupa (wartości odcięcia dla WAD 3+).

W przyszłości ocenę prawdopodobieństwa wystąpienia WAD ułatwi rutynowy odczyt parametrów kolizji w związku z zapowiadaniem wprowadzeniem obowiązku montowania w pojazdach automatycznych rejestratorów zderzeń (*event data recorders* – EDR).

Threshold Δv (≤ 13 km/h) and acceleration (≤ 3 g) values coupled with WAD grade ≤ 2 according in the QTF classification practically rule out (independently of each other) the possibility of sustaining legally relevant cervical spine injuries (regardless of any concomitant pathologies detected by imaging examinations). Also, worth considering is the proposal to introduce additional Δv thresholds and multiples of g (> 30 km/h and > 7 g), which would allow the identification of cases adopted as a basis for the arbitrary recognition of WAD (by analogy to the threshold of the so-called “stronger action” used in the assessment of the effects of alcohol intoxication or the intake of intoxicating agents).

Δv is a parameter which cannot be equated with collision speed, as it depends on the ratio of masses of colliding vehicles and their relative velocities (if the impacted vehicle is also in motion at the time of collision), and the degree of absorption of collision energy by the bodies of both vehicles. At low speeds, the collision is to a considerable extent elastic in nature, as the deflection of vehicle body elements is largely reversible. Therefore, judicial authorities should obligatorily require the calculation of Δv values and multiples of g (acceleration of gravity) in opinions commissioned from experts in the field of automotive technology and vehicle collisions [14, 17].

It should be noted that the above criteria have been set for the centre of mass of the vehicle in which the victim is an occupant. This is important in view of the fact that acceleration values measured at the level of the head or trunk are – as a rule – considerably higher, so WAD is unlikely when acceleration of the upper body reaches a value of up to 6 g [14, 17], while the acceptable value adopted for dynamic testing of car seats is 9 g [13]. It must also be stressed that the minimum threshold criteria listed above only indicate the probability of acute symptoms of whiplash injury (WAD grade 1+). More research is needed to determine the predictive parameters for higher categories of spinal distortion (cut-off values for WAD grade 3+).

In the future, the probability of WAD occurrence will be easier to determine owing to routine reading of collision parameters following the scheduled introduction of the obligation to equip all vehicles with automatic collision recorders (event data recorders – EDR).

Dodatkowe kryteria oceny ryzyka WAD

Rankingi bezpieczeństwa pojazdów i statystyka zgłaszanych roszczeń

Ocenę stopnia prawdopodobieństwa WAD mogą dodatkowo ułatwić informacje na temat poziomu bezpieczeństwa oraz szkodowości użytkowników konkretnych modeli samochodów (ryzyko WAD powyżej lub poniżej średniej „rynkowej”). Dane te są możliwe do uzyskania w internecie [1, 9, 18]:

- wyniki badań (oceny geometrii oraz dynamicznych testów zderzeniowych) publikowane przez organizacje zajmujące się bezpieczeństwem pojazdów oraz analizą kosztów ubezpieczeń komunikacyjnych monitorujące bezpieczeństwo foteli samochodowych,
- zestawienia obrazujące wpływ wprowadzanych modyfikacji na bezpieczeństwo konkretnej marki pojazdu w zależności od roku modelowego,
- statystyki firm ubezpieczeniowych oraz rankingi bezpieczeństwa tworzone na podstawie analiz roszczeń zgłaszanych przez ofiary rzeczywistych wypadków.

Wydaje się wielce pożądane, by szczegółowe informacje w tym zakresie były udostępniane również przez polskich ubezpieczycieli i organy monitorujące obszar szkodowości komunikacyjnej.

Ocena stopnia zabezpieczeń biernych ofiary

Potoczny termin *whiplash* (strzał z bicia, sma-gnięcie batem) utożsamiany jest historycznie z teorią szybko następujących po sobie faz hiperekstensji i zgięcia szyi (w przypadku uderzenia w tył pojazdu – ryc. 2) lub odwrotnie (przy zderzeniach czołowych). Teoria ta dość dobrze tłumaczyła mechanizm rozrywania więzadeł kręgosłupa w razie braku lub zbyt nisko ustawionego zagłówka w stosunku do wzrostu ofiary. Obecnie uważa się [1, 6, 13], że WAD jest wywołany głównie działaniem sił ścinających – translokacją dolnych kręgów szyjnych względem siebie w efekcie przemieszczenia tułowia i bezwładności głowy (ryc. 3). Nie wystarcza zatem prawidłowa regulacja wysokości zagłówka (górna krawędź zagłówka nie powinna znajdować się niżej niż 6 cm od szczytu głowy), równie istotnym czyn-

Additional criteria for the assessment of WAD risk

Automobile safety ratings and statistics for the submission of claims

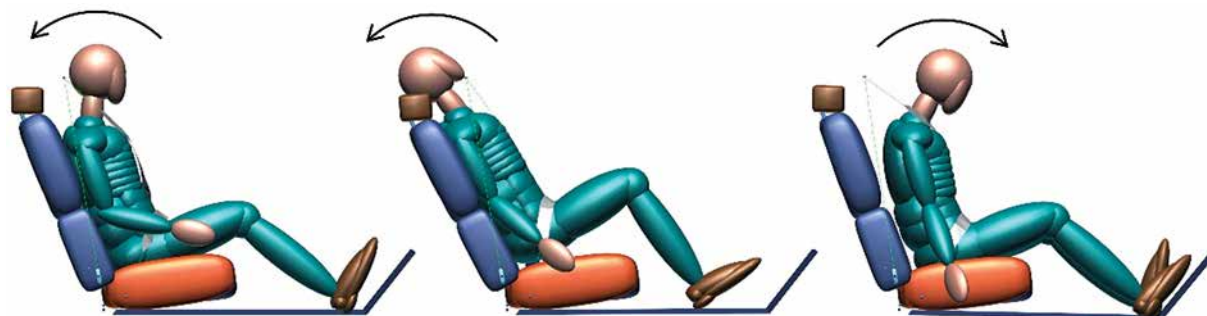
The assessment of the degree of probability of WAD can be further facilitated by data defining the level of safety and loss ratio for users of specific car models (WAD risk above or below the “market average”). Such data can be found on the Internet [1, 9, 18]:

- vehicle test results (geometry assessment and dynamic crash tests) published by organisations dealing with vehicle safety and cost analysis of motor insurance, which monitor the safety of car seats,
- statements documenting the effects of modifications introduced in car makes of different model years on their level of safety,
- statistics of insurance companies and automobile safety ratings compiled on the basis of analyses of claims filed by victims of real-life accidents.

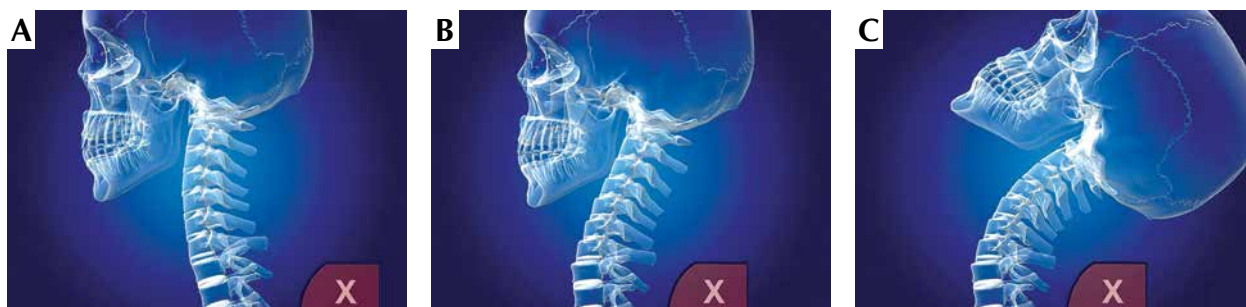
It seems highly desirable that detailed data on these issues should also be released by Polish insurance companies and authorities monitoring the area of loss ratio in claims related to traffic accidents.

Evaluation of the degree of the victim’s passive protection

The informal term “whiplash” is historically associated with the theory of the rapid succession of hyperextension and flexion of the neck (in situations involving vehicle rear-end impact – Fig. 2) or *vice versa* (in cases of front-end impact). The theory explained quite precisely the mechanism of tearing of spinal ligaments in situations when there was no head restraint or it was adjusted too low in relation to the victim’s height. At present, it is commonly recognised [1, 6, 13] that WAD is mainly due to the effect of shear forces – translocation of the lower cervical vertebrae in relation to one another as a result of displacement of the trunk and inertia of the head (Fig. 3). Therefore, the correct adjustment of head restraint height (the upper edge of the head restraint should not be lower than 6 cm from the top of the head) is not enough. An equally important factor is



Ryc. 2. Historyczna teoria biczonego ruchu głowy (*whiplash*)
 Fig. 2. Historical theory of whiplash head movement



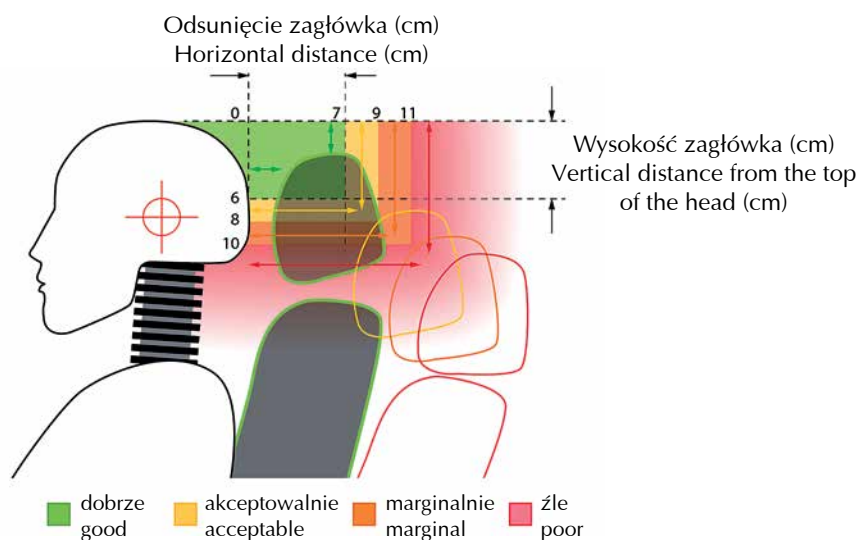
Ryc. 3. Współczesna teoria wyjaśniająca patomechanizm dystorsji szyjnego odcinka kręgosłupa w przypadku uderzenia w tył pojazdu (A – impuls siły przenoszony na tułów ofiary przez oparcie fotela, B – translokacja dolnych kręgów szyjnych ku przodowi, C – faza wyprostowania kręgosłupa)
 Fig. 3. Contemporary theory explaining the pathomechanism of distortion of the cervical spine in situations of vehicle rear-end impact (A – impulse of force transferred to the victim’s trunk via the seat backrest, B – anterior translocation of the lower cervical vertebrae, C – spinal extension phase)

nikiem jest jego odległość od tyłu głowy – nie więcej niż 7 cm (ryc. 4):

- nowsze pojazdy wyposażone są w tzw. aktywne zagłówki lub inne zabezpieczenia *anti-whiplash*

head restraint distance from the back of the head, which should not be greater than 7 cm (Fig. 4):

- newer vehicles are equipped with so-called active head restraints or other *anti-whiplash* protection



Ryc. 4. Podstawowe kryteria oceny geometrii zagłówek według IIHS
 Fig. 4. Basic criteria for the assessment of head restraint geometry according to the IIHS

(np. WHIPS, AWD, AWS, SAHR oraz inne rodzaje aktywnych zagłówek), które w znacznym stopniu redukują ryzyko WAD,

- ryzyko WAD jest znacznie większe u osób podróżujących pojazdami starszych generacji, w których montowane były fotele i zagłówki o złej geometrii oraz pasy bezpieczeństwa bez dozowanej kontroli stopnia naprężenia.

W przeszłości wzrost ryzyka WAD rozpatrywano też jako skutek uboczny działania pasów bezpieczeństwa poprzedniej generacji. Poglądy te uległy całkowitej dezaktualizacji, gdy okazało się, że nowe generacje pasów bezpieczeństwa znacząco ograniczają ryzyko WAD [1, 13]:

- współcześnie montowane systemy pasów bezpieczeństwa (współpracujące z pirotechnicznymi napinaczami, ogranicznikami napięcia, układami regulowanego rozwijania i poduszkami powietrznymi) zmniejszają o ok. 50% ryzyko dystorsji kręgosłupa szyjnego przy zderzeniach czołowych,
- brak pasów bezpieczeństwa (niezależnie od ich rodzaju) zwielokrotnia ryzyko wtórnego urazu kręgosłupa szyjnego w następstwie bezpośredniego urazu głowy (uderzenia o słupek boczny, przednią szybę, panel sterowniczy, ciało innego pasażera itd.).

Ryzyko WAD zwiększa się proporcjonalnie do wzrostu ofiary, ale w każdym przedziale wzrostu dominują kobiety, u których ryzyko WAD jest generalnie większe niż u mężczyzn, mimo mniejszego średniego wzrostu [1]:

- kobiety w roli kierowcy mają tendencję do nadmiernego przesuwania fotela do przodu oraz przyjmują bardziej pionową postawę (brak odchylenia oparcia fotela),
- odmienności anatomiczne: dłuższa szyja ze słabszym umięśnieniem oraz większy stosunek masy głowy do tułowia,
- wśród ofiar płci żeńskiej dominują osoby o relatywnie małej masie ciała – przez co siedzą „płycej” w fotelu i łatwiej ulegają wtórnemu odbiciu (możliwość sumowania negatywnych efektów zmiany wektora działających przyspieszeń).

Zaawansowane systemy bezpieczeństwa są zatem projektowane w celu zmniejszenia ryzyka urazów szyi przy przyjęciu następujących założeń biomechanicznych [1]:

- zmniejszenie przyspieszenia ofiary oraz uśrednienie sił działających na różne części ciała,

systems (e.g. WHIPS, AWD, AWS, SAHR and other types of active head restraints) which significantly reduce the risk of WAD,

- the risk of WAD is substantially higher in older-generation vehicles fitted with seats and head restraints with poor geometrical alignment as well as seat belts without a tension control system.

Historically, an increased risk of WAD was also considered as a side effect of using previous-generation seat belts. These views became totally obsolete when new generations of seat belts were shown to significantly reduce the risk of WAD [1, 13]:

- modern seat belt systems (incorporating pyrotechnic pretensioners, load limiters, adjustable deployment systems and airbags) reduce the risk of distortion of the cervical spine in head-on collisions by approximately 50%,
- the lack of seat belts (regardless of their type) increases the risk of secondary injury to the cervical spine as a result of direct head injury (impact of the head against the B pillar, windshield, control panel, body of a fellow passenger, etc.).

The risk of WAD rises in proportion to the victim's height, but every height range is dominated by women who are generally at higher risk of WAD despite their smaller average height [1]:

- women drivers tend to move their seat too close to the front and assume a more vertical position while driving (no backward tilt of the backrest),
- anatomical differences: women have longer necks with weaker cervical muscles, and a higher head-to-trunk weight ratio,
- the group of female victims is dominated by women with relatively low body weight who tend to assume a more “shallow” position in the car seat, which makes them more prone to a rebound (possibility of aggregation of negative effects caused by a change in the vector of the acting accelerations).

Therefore, advanced car safety systems are designed to reduce the risk of neck injuries based on the following biomechanical principles [1]:

- reduction of the victim's acceleration and averaging of forces acting on different parts of the body,
- reduction of relative displacement between the head and trunk, and between individual vertebrae,
- reduction of the phase of body rebound from the seat.

- zmniejszenie relatywnych przemieszczeń między głową a tułowiem oraz między kręgami,
- zmniejszenie wtórnej fazy „odbicia” ciała od oparcia fotela.

Ponieważ większość kierowców i pasażerów nie dostosowuje wysokości zagłówka do własnego wzrostu (pozostawiając go w najniższej pozycji), trendy konstrukcyjne w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat polegały na stopniowym podwyższaniu wysokości oparcia foteli i zagłówków, aby zapewnić minimalny poziom bezpieczeństwa dla coraz większej grupy użytkowników [1]:

- zdecydowana większość roszczeń związanych z WAD dotyczy osób, których zagłówki ustawione były poniżej środka ciężkości głowy (poniżej poziomu górnej krawędzi małżowiny usznej),
- prawidłowe ustawienie zagłówka ma znaczenie nie tylko przy zderzeniach tylnych – ze względu na możliwy dwufazowy, zgięciowo-wyprostny charakter urazu.

Ocena ustawienia zagłówka jest bardzo istotnym instrumentem obiektywnej oceny stopnia prawdopodobieństwa WAD pod warunkiem jego udokumentowania podczas powypadkowych oględzin pojazdu (ryc. 4). Dyrektywy ECE oraz Federal Motor Vehicle Safety Standards (FMVSS) zawierają szczegółowe zasady przeprowadzania takich pomiarów do celów homologacyjnych – zgodnie z normą US FMVSS 202a (jej europejski odpowiednik to UN R17) precyzyjna ocena konfiguracji zagłówka wymaga użycia antropomorficznego urządzenia pomiarowego o akronimie HRMD (*head restraint measurement device*) [19] (ryc. 5). Optymalnym rozwiązaniem byłoby zastosowanie tej metodologii również przez firmy ubezpieczeniowe. Jej doraźnym substytutem może być wykonywanie (w trakcie powypadkowych oględzin w ramach procedury likwidacji szkody komunikacyjnej) ortogonalnych fotografii wnętrza kabiny pojazdu z posadowieniem wewnątrz samego uszkodzonego lub osoby o podobnym wzroście (ryc. 6). Konieczne jest też rutynowe dokumentowanie i fotografowanie ustawienia zagłówków już podczas oględzin pojazdu na miejscu zdarzenia.

Analiza zeznań uczestnika wypadku

Oprócz prawidłowości użycia elementów bezpieczeństwa biernego pojazdu (ustawienia zagłówka, zapięcia pasów bezpieczeństwa) bardzo ważnym

Since the majority of drivers and passengers fail to adjust the head restraint to fit their body height (and leave the head restraints in the lowest setting), car design trends over the past few decades have generally involved gradual increases in the height of the seat backrests and headrests to ensure a minimum level of safety for a growing number of users [1]:

- the vast majority of WAD-related claims are filed by persons whose head restraints were positioned below the centre of gravity of the head (i.e. below the level of the upper edge of the auricle) during the accident,
- correct position of the head restraint is important not only in rear-end collisions on account of the possible dual-phase flexion-extension nature of injury.

The assessment of head restraint position is a very important instrument for the objective assessment of the degree of WAD probability, provided that head restraint positioning is documented during vehicle inspection after the accident (Fig. 4). ECE directives and Federal Motor Vehicle Safety Standards (FMVSS) regulations set out detailed guidelines for conducting such measurements for official approval purposes. In accordance with the US FMVSS standard 202a (and its European equivalent UN R17), precise assessment of head restraint configuration requires the use of an anthropomorphic head restraint measurement device (HRMD) [19] (Fig. 5). Optimally, insurance companies should adopt this standard methodology as well. An *ad-hoc* substitute for this solution might involve taking orthogonal photographs of the vehicle cabin interior with the injured person (or a person of similar height) sitting inside during post-accident vehicle inspection performed as part of the claim adjustment process in traffic accident cases (Fig. 6). Routine preparation of documents and photographs illustrating the position of head restraints is also necessary during vehicle inspection at the accident scene.

Analysis of reports of accident participants

In addition to the correct use of the vehicle's passive safety elements (setting the head restraint position, fastening the seat belts), a very important factor differentiating traffic collisions is the “sur-



Ryc. 5. Head restraint measurement device (HRMD) według IIHS
Fig. 5. Head restraint measurement device (HRMD) according to the IIHS



Ryc. 6. Orientacyjna ocena dostosowania zagłówka do wzrostu użytkownika pojazdu (A – prawidłowo, B – za daleko, C – za nisko)
Fig. 6. General illustration of head restraint adjustment to the height of vehicle user (A – correct, B – too far, C – too low)

czynnikiem różnicującym poszczególne zderzenia jest element zaskoczenia pokrzywdzonego – oceniany na podstawie zeznań [1]. Potwierdzeniem istnienia takiej zależności są dane statystyczne na temat typowych konfiguracji zderzeń, w których najczęściej rozpoznawano WAD [11]:

- w zderzeniach tylnych największe ryzyko WAD występuje w przypadkach osiowego uderzenia pełną szerokością innego pojazdu w całą szerokość tyłu samochodu ofiary,
- przy potrąceniach czołowych największe ryzyko WAD dotyczy zderzeń skośnych (gdy pole widzenia kierowcy przesłania przedni słupek).

Podstawowym fizjologicznym mechanizmem chroniącym kręgosłup szyjny przed urazem akceleracyjnym jest odruchowe napięcie mięśni szyi pod wpływem bodźców wzrokowych lub słuchowych (rozpoznanie sytuacji kolizyjnej jest najłatwiejsze

prise factor” experienced by victims, which is evaluated on the basis of their accident testimonies [1]. Evidence for this correlation can be found in the statistical data on the typical configurations of collisions following which WAD was most frequently diagnosed [11]:

- in rear-end collisions, the greatest risk of WAD is found in cases of axial impact with the full width of a vehicle against the full width of the rear of the victim’s car,
- in the group of front-end collisions, the greatest risk of WAD is associated with oblique impact (occurring when the driver’s field of view is obscured by the vehicle’s front pillar).

The basic physiological mechanism protecting the cervical spine from acceleration trauma is reflexive stiffening of cervical muscles under the influence of visual or auditory stimuli (recognising a collision

w pełnych zderzeniach czołowych, trudniejsze przy zderzeniach skośnych, a niekiedy zupełnie niemożliwe do przewidzenia przy najechaniu na tył pojazdu). Jeżeli uczestnik wypadku nie spodziewa się kolizji i ma rozluźnione mięśnie, nagle szarpnięcie głowy pod wpływem siły bezwładności stwarza znacznie większe ryzyko uszkodzeń struktur więzadłowych [20].

Ewaluacja danych medycznych

Analiza dokumentacji medycznej osoby, u której rozpoznano dystorsję kręgosłupa szyjnego, nie może ograniczać się jedynie do weryfikacji stopnia WAD. Końcowym etapem wniosku powinno być zestawienie i wartościowanie wszystkich analizowanych elementów oraz odniesienie ich do przebiegu (stopnia powodzenia) prowadzonej równolegle terapii oraz „przeszłości chorobowej” pacjenta [2]:

- u osoby, u której rzeczywiście doszło do obrażeń o typie WAD 3 (w ostrej postaci), z reguły występują nasilone dolegliwości bólowe, które zmuszają do podjęcia leczenia, a objawy wykazują wyraźną tendencję do remisji i zwykle ustępują po upływie maksymalnie kilku tygodni od urazu,
- u osób, w których źródłem bólu były występujące już wcześniej zmiany chorobowe kręgosłupa, stopień nasilenia zgłaszanych dolegliwości utrzymuje się często na podobnym poziomie (a nawet okresowo wzrasta) mimo prowadzonej terapii i przechodzi w postać przewlekłą,
- nierzadko pacjent zaprzestaje leczenia z chwilą osiągnięcia satysfakcjonującego rozwiązania sporu prawnego w sądzie i uzyskania odszkodowania.

Bardzo istotne znaczenie ma więc zarówno analiza przebiegu leczenia WAD u pokrzywdzonego, jak i uzyskanie dokładnych danych dotyczących wcześniej leczonych schorzeń i ustalonych rozpoznań. Bardzo duży odsetek osób z rozpoznaną przewlekłą postacią WAD doznał już wcześniej uszkodzenia kręgosłupa lub leczył się z powodu podobnych dolegliwości, a znajomość historii chorobowej w ponad połowie przypadków wpływa na końcową ocenę w kwestii związku zgłaszanych dolegliwości z rozpatrywanym wypadkiem [2]:

- czynniki ryzyka tzw. przewlekłego WAD (współistniejące stany chorobowe i emocjonalne) paradoksalnie stanowią ujemne przesłanki wartości-

situation is the easiest in cases of head-on collisions, more difficult in oblique collisions, and sometimes completely impossible in situations of vehicle rear-end impact). If a participant in an accident does not expect a collision and has relaxed muscles, a violent jerk of the head under the effect of inertia creates a far greater risk of injury to the ligament structures [20].

Evaluation of medical data

An analysis of medical records of a person diagnosed with distortion of the cervical spine should not be limited to the verification of WAD grade. In the final stage of assessment, all analysed elements should be collated and evaluated with a focus on their impact on the course (degree of success) of concurrently provided therapy and the patient's medical history [2]:

- an individual who has indeed sustained a grade 3 WAD injury (in its acute form) typically presents with relatively severe pain which necessitates medical treatment, while the symptoms exhibit a clear tendency towards remission and usually resolve during a few weeks after the injury,
- in individuals in whom pain occurs as a result of previously diagnosed spinal pathologies, the severity of reported complaints frequently persists at the same level (or even periodically rises) despite ongoing therapy, and the disease assumes a chronic course,
- it is not uncommon for patients to abruptly discontinue treatment as soon as they reach satisfactory resolution of their legal case and are awarded compensation.

Consequently, high importance should be attached not only to a review of the course of WAD treatment, but also to the acquisition of detailed information on the patient's previous diagnoses and treatment of diseases. A very high proportion of individuals diagnosed with chronic WAD have previously sustained a spinal injury or received treatment for similar complaints. In more than half of cases, knowledge of patients' medical history affects the final assessment of the link between the reported complaints and the evaluated accident [2]:

- paradoxically, the risk factors for the so-called chronic WAD may, at the same time, constitute negative determinants in the verification of the

jące podczas weryfikacji związku przyczynowego rozpatrywanego zespołu bólowego z konkretnym zdarzeniem drogowym:

- zmiany zwyrodnieniowe kręgosłupa szyjnego,
- wcześniejsze leczenie z powodu bólów szyi,
- wcześniejsze urazy kręgosłupa,
- wcześniejsze zaburzenia psychiczne,
- postawa roszczeniowa i reakcje nerwicowe;
- różnicowanie dystorsji i zmian zwyrodnieniowych ułatwia fakt, że ryzyko WAD jest największe w grupie młodszych ofiar (20–40 lat) i stopniowo obniża się w starszych grupach wiekowych.

W spornych przypadkach część firm ubezpieczeniowych kieruje powodów na kompleksowe badania obejmujące również MRI kręgosłupa szyjnego. W polskich realiach działania te są niekiedy zaskakująco skuteczne z punktu widzenia ograniczenia nadmiernych oczekiwań finansowych ze strony roszczeniowo nastawionych poszkodowanych:

- niewykrycie jakichkolwiek zmian w obrazie MRI bywa interpretowane jako potwierdzenie braku obiektywnych następstw pourazowych, które wymagałyby kompensacji,
- wykazanie (w praktyce znacznie częstsze) współistniejących zaawansowanych zmian chorobowych daje podstawy do podważania związku przyczynowego zgłaszanych dolegliwości z udziałem w konkretnym zdarzeniu drogowym,
- wyjątkowo rzadko stwierdzane są zmiany o charakterze pourazowym, które nie zostały wykryte w trakcie wcześniejszego postępowania diagnostyczno-terapeutycznego, np.:
 - obrzęk śródkościa trzonów kręgów szyjnych (pośredni objaw szczeliny pęknięcia),
 - lokalne zaburzenia sygnału w obrębie mięśni szyi lub grzbietu (zresorbowane wylewy pourazowe).

W praktyce diagnostyka MRI jest ukierunkowana na poszukiwanie zmian zwyrodnieniowych, a nie domniemanych przyczyn WAD – oprócz nagminnych zmian degeneracyjnych, diagnozowane nieprawidłowości to tzw. przypadkowiaki (incidentaloma), w dodatku niewykazujące istotnego związku z przebyłym urazem, np.:

- ektopia migdałków mózdzku (zespół Arnolda-Chiariego),
- zwyrodnienie (infiltracja) tłuszczowe mięśni okołokręgosłupowych w odcinku szyjnym,

causal relationship between the pain syndrome under analysis and a particular traffic incident:

- degenerative lesions in the cervical spine,
- previous treatment for neck pain,
- previous spinal injuries,
- previous mental disorders,
- demanding attitude and neurotic reactions;
- the differentiation between distortion and degenerative lesions is facilitated by the fact that the risk of WAD is known to be the highest in the group of younger victims (20–40 years old), and it gradually decreases in older age groups.

In disputed cases, some insurance companies refer plaintiffs for comprehensive examinations including diagnostic MRI scans for distortion of the cervical spine. In the Polish setting, these measures are sometimes surprisingly effective in reducing excessive financial expectations of some injured parties displaying a particularly entitled attitude:

- failure to detect any changes in MRI findings is interpreted as confirmation that there are no objective post-traumatic effects that would justify the award of compensation,
- finding evidence for concomitant advanced pathologies (in practice much more common) gives grounds to question the existence of any causal relationship between reported symptoms and involvement in a given traffic incident,
- very rarely, imaging examinations reveal post-traumatic lesions that have not been detected during previous diagnostic and therapeutic procedures, such as:
 - oedema involving the diploë of the cervical vertebral bodies (an indirect sign of the fracture),
 - local MRI signal abnormalities within the cervical or dorsal muscles (resorbed traumatic effusions).

In practice, diagnostic MRI examinations are oriented towards identifying degenerative changes rather than the alleged causes of WAD. In addition to common degenerative lesions, abnormalities diagnosed by MRI include the so-called incidentalomas which, however, fail to exhibit any significant association with the victim's injury, including:

- ectopy of the cerebellar tonsils (Arnold-Chiari malformation),
- fatty degeneration (infiltration) of the cervical paraspinal muscles,

- zwiększona intensywność sygnału MRI w więzadłach skrzydłowych.

Wyniki powtarzanych randomizowanych badań z wykorzystaniem podwójnie ślepej interpretacji przez zespół doświadczonych radiologów udowodniły bardzo ograniczoną przydatność badań MRI również w diagnostyce ostrych przypadków WAD [21]:

- bardzo słaba wiarygodność i powtarzalność interpretacji obrazu MRI przez różnych diagnostów,
- wiele z diagnozowanych „nieprawidłowości” występowało również w grupie kontrolnej (bezobjawowej),
- zmiany interpretowane przez niektórych oceniających jako następstwa *whiplash* były nierozróżnialne od naturalnych zmian zwyrodnieniowych związanych z wiekiem,
- badanie MRI wykonywane 48 h po urazie typu *whiplash* miało bardzo ograniczoną przydatność w wykrywaniu zmian specyficznych dla ostrych następstw urazu w porównaniu z grupą kontrolną (zdrowych osób).

Mimo wieloletnich badań nad etiopatogenezą zjawiska *whiplash* prowadzonych już od połowy ubiegłego wieku nadal brakuje jednoznacznych kryteriów diagnozowania WAD, w szczególności weryfikacji bardzo kontrowersyjnego rozpoznania przewlekłej postaci tego zespołu. Prowadzone w ostatnich latach badania także nie przyniosły oczekiwanego przełomu mimo bardzo obiecujących wyników badań wstępnych:

- poszukiwanie wykładników WAD w badaniach obrazowych:
 - infiltracja tłuszczowa mięśni szyi w badaniu MRI,
 - zwiększona intensywność sygnału MRI w więzadłach skrzydłowych,
 - idiopatyczny, spontaniczny wyciek płynu mózgowo-rdzeniowego (radiografia izotopowa zbiorników podstawy czaszki i kręgosłupa Th-L);
- badania nad neuropsychologią odczuwania bólu:
 - weryfikacja teorii zwiększonej wrażliwości na ból (*central sensitization, central pain syndrome*),
 - ocena czynników wywołujących rozwój punktów spustowych (*trigger points*);
- próby wykorzystania odruchu szyjno-ocznego (*cervico-ocular reflex – COR*).

- increased MRI signal intensity in the alar ligaments.

The results of repeated randomised studies with double-blind interpretation by a team of experienced radiologists have demonstrated that MRI also has very limited usefulness in the diagnostic work-up in acute WAD cases [21]:

- very poor reliability and repeatability of interpretation of MRI findings by different diagnosticians,
- a number of diagnosed “abnormalities” also occurred in the (asymptomatic) control group,
- changes interpreted by some specialists as whiplash-related effects were indistinguishable from natural age-related degenerative lesions,
- MRI examinations performed 48 hours after whiplash injury were found to have very limited value in detecting changes specific to acute effects of injury compared to the control group (healthy individuals).

Despite many years of research on the aetiopathogenesis of the whiplash injury, which has been conducted since the mid-20th century, there are still no clear-cut criteria that would be helpful in diagnosing WAD and, especially, in verifying the highly controversial diagnosis of the chronic form of this syndrome. Recent studies have likewise failed to reach an expected breakthrough despite initially reported very promising preliminary research findings:

- search for WAD indicators in imaging examinations:
 - fatty infiltration of cervical muscles seen in MRI scans,
 - increased MRI signal intensity in the alar ligaments,
 - idiopathic, spontaneous cerebrospinal fluid leak (radionuclide cisternography of the basilar cisterns and Th-L spine);
- research on the neuropsychology of the experience of pain:
 - verification of the theory of central sensitisation (*central pain syndrome*),
 - evaluation of factors inducing the development of trigger points;
- attempts to use the cervico-ocular reflex (COR).
None of the theories subjected to verification in recently explored research areas have confirmed their practical applicability as a potential diagnos-

Żadna z teorii nie potwierdziła swojej praktycznej przydatności jako potencjalnego markera diagnostycznego WAD u pacjentów zgłaszających przewlekłe bóle szyi (różnicowania dolegliwości o etiologii chorobowej oraz przypisywanych zgłaszanemu urazowi typu *whiplash*). Szczególne nadzieje budziło badanie COR, dzięki któremu wzrok jest stale skupiony na obserwowanym obiekcie, co pozwala na prawidłowe widzenie dwuoczne podczas ruchów głową (odruch ten jest powiązany ze znanym w medycynie sądowej odruchem przedmiotowo-ocznym, który jest wykorzystywany przy weryfikacji śmierci mózgowej w tzw. próbach kalorycznych). Zaburzona koordynacja ruchów gałek ocznych podczas ruchów skrętnych szyi ma związek z przewlekłymi zespołami bólowymi w obrębie szyi, ale COR nie różnicuje ich przyczyn. Metoda ta może więc co najwyżej służyć jako potencjalne narzędzie weryfikacji symulantów, nie zaś jako test weryfikujący przewlekłą postać WAD [22–25].

Wobec braku znaczących osiągnięć na polu medycznej diagnostyki WAD podstawą krytycznej ewaluacji przypadków dystorsji kręgosłupa szyjnego pozostaje ocena stopnia zgodności ocenianego przypadku w odniesieniu do znanych elementów klasycznego zespołu klinicznego, parametrów technicznych opisujących ryzyko WAD oraz typowych okoliczności sprzyjających wystąpieniu tego zespołu:

- uderzenie w tył pojazdu i związany z tym czynnik zaskoczenia (brak odruchowego napięcia mięśni szyi),
- różnica mas zderzających się pojazdów (mniejsze rozmiary uderzanego),
- ofiara płci żeńskiej (m.in. słabsze mięśnie szyi, predyspozycje sfery odczuwania bodźców),
- ofiara w roli kierowcy lub pasażera przedniego fotela,
- młody wiek ofiary (pierwszorazowe wystąpienie dolegliwości o podobnym charakterze),
- wysoki wzrost ofiary i nieprawidłowe (zbyt niskie) ustawienie zagłówka,
- mała masa ciała ofiary (zjawisko odbicia od fotela w drugiej fazie wypadku),
- użycie pasów bezpieczeństwa starszej generacji (statycznych),
- niezapięcie pasów bezpieczeństwa w nowszych modelach pojazdów,
- starsza konstrukcja foteli samochodowych, brak systemów *anti-whiplash*.

tic marker of WAD in a group of patients reporting chronic neck pain (differentiation between symptoms of pathological aetiology and those attributed to reported whiplash injury). For some time, high hopes were pinned on the study of COR which enables the fixation of gaze on the visual target. COR allows normal binocular vision during head movements (working in conjunction with the vestibulo-ocular reflex which is used in forensic medicine for brain death determination by the so-called caloric reflex test). Abnormalities in the coordination of ocular movements during torsional movements of the neck are linked to chronic cervical pain syndromes, but COR is not useful for differentiating their causes. Consequently, this study method can serve at most as a potential instrument for detecting malingerers, and not as a test verifying the chronic form of WAD [22–25].

In the absence of significant progress in the medical diagnostics of WAD, the foundation for the critical evaluation of cases involving the cervical spine distortion in the field of expert activities continues to be the assessment of the degree of compliance of the case under analysis with known elements of the classic clinical syndrome, technical parameters defining the risk of WAD, and typical circumstances conducive to the occurrence of this syndrome:

- vehicle rear-end impact and the associated surprise factor (lack of reflexive cervical muscle tension),
- difference in the mass of colliding vehicles (smaller size of the impacted vehicle),
- female victim (e.g. weaker cervical muscles and predisposition to an increased sensation of stimuli),
- victim in the role of the driver or occupant of the front car seat,
- young age of the victim (first occurrence of complaints of a similar nature),
- tall height of the victim and incorrect adjustment of the head restraint (too low),
- low body weight of the victim (a phenomenon of rebound from the car seat in the second phase of the accident),
- use of older-generation (static) seat belts,
- failure to fasten the seat belts in the newer vehicle models,
- older car seat design, absence of anti-whiplash systems.

Opiniowanie sądowo-lekarskie i ubezpieczeniowe przypadków dystorsji kręgosłupa szyjnego może ułatwić upowszechnienie zaproponowanego w tej pracy algorytmu weryfikacji rozpoznania WAD oraz kwantyfikacji jego następstw:

- określenie stopnia WAD według klasyfikacji QTF,
- potwierdzenie przekroczenia progowych wartości przyrostu prędkości (Δv), przyspieszenia i parametru NIC (konieczna opinia biegłego z zakresu ruchu drogowego),
- weryfikacja prawdopodobieństwa WAD na podstawie całościowej oceny dostępnych danych:
 - rezultatów technicznej oceny parametrów zdarzeniowych:
 - analizy okoliczności wypadku i sytuacji ocenianego uczestnika,
 - analizy źródeł statystycznych dotyczących poziomu bezpieczeństwa pojazdu;
 - weryfikacji prawidłowości dostosowania zagłówka do wzrostu uczestnika wypadku,
 - analizy przeszłości chorobowej uczestnika wypadku (archiwalnej dokumentacji medycznej),
 - analizy przebiegu leczenia rozpoznanego WAD (bieżącej dokumentacji medycznej).

W przyszłości opiniowanie w dziedzinie traumatologii wypadkowej najprawdopodobniej będzie się opierać na porównywaniu statystycznej zgodności następstw ocenianych przypadków z ustalonymi parametrami fizycznymi zdarzenia, wynikami kwerend w bazach udokumentowanych następstw rzeczywistych wypadków oraz korytarzami tolerancji wynikającymi z doświadczeń biomechanicznych. Zapowiadane wprowadzenie obowiązku montowania w pojazdach automatycznych rejestratorów zderzeń pozwoli na rutynowy odczyt parametrów kolizji, a tym samym ocenę prawdopodobieństwa wystąpienia WAD.

Skuteczne zwalczanie „epidemii *whiplash*” wymaga również skoordynowanych działań informacyjnych zarówno w grupie potencjalnych ofiar, jak i profesjonalistów zajmujących się leczeniem WAD:

- promocji serwisów konsumenckich propagujących zakup bezpiecznych pojazdów – wyposażonych w technologie anty-*whiplash*,
- demitologizacji skutków WAD – skutecznej kampanii informacyjnej powstrzymującej fałszywą propagandę firm oferujących doradztwo prawne dla uczestników wypadków,

The process of preparation of medico-legal and insurance expert opinions in cases involving distortion of the cervical spine could be facilitated by more widespread adoption of the algorithm for the verification of WAD diagnosis and quantification of WAD effects which is proposed in this study, including:

- determination of WAD grade according to the QTF classification,
- confirmation that the threshold values of velocity change (Δv), acceleration and NIC have been increased (which requires an opinion issued by a road traffic expert),
- verification of the probability of WAD based on the overall assessment of the available data:
 - results of the technical assessment of impact parameters:
 - analysis of the circumstances of the accident and the situation of the participant being evaluated,
 - analysis of statistical sources relating to the level of vehicle safety;
 - verification of correct adjustment of the head restraint to the height of the accident participant,
 - review of the medical history of the accident victim (archival medical records),
 - review of the course of treatment of recently diagnosed WAD (current medical records).

In the future, expert opinions relating to the accident traumatology will most likely be based on comparing the statistical compatibility of the effects of evaluated cases with the established physical parameters of the accident, the results of searches of databases with documented effects of real-life accidents, and tolerance corridors resulting from biomechanical experiments. The planned introduction of the obligation to equip vehicles with automatic collision recorders will allow routine reading of collision parameters, and hence facilitate the assessment of the probability of WAD occurrence.

Effective control of the “whiplash epidemic” also requires a coordinated effort to raise awareness both among potential victims and professionals responsible for WAD treatment:

- promotion of consumer websites encouraging the purchase of safe vehicles equipped with anti-*whiplash* technologies;
- demystification of the effects of WAD – an awareness-raising campaign to put a stop to disinform-

- edukacji sektora medycznego w zakresie klasyfikacji QTF oraz aktualnych zasad leczenia WAD – upowszechniania wiedzy na temat ujemnych skutków długotrwałego unieruchamiania szyi w kołnierzu ortopedycznym wynikających z:
 - nieznajomości klasyfikacji QTF (mimo że została opracowana już w 1995 r.),
 - nieznajomości aktualnych zasad leczenia WAD,
 - nieznajomości ujemnych skutków stosowania kołnierza ortopedycznego,
 - nieostrożnego unieruchamiania pacjentów z przewlekłymi zmianami zwyrodnieniowymi.

Szczególnie niepokojące jest „przywiązanie” polskich terapeutów do stosowania kołnierza ortopedycznego jako podstawowej metody leczenia WAD, a także skłonność do utrzymywania unieruchomienia aż przez 4–6 tygodni:

- objawy u pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi kręgosłupa po kilku tygodniach leczenia kołnierzem są bardziej skutkiem terapii niż samego wypadku [8],
- w doświadczeniach przeprowadzanych na ochotnikach obiektywne objawy mięśniowo-szkieletowe stwierdzano u uprzednio zupełnie zdrowych osób po zaledwie 2 dniach stałego noszenia kołnierza [8],
- według innych, rzadziej spotykanych poglądów zastosowanie kołnierza jest dopuszczalne w leczeniu ostrych objawów WAD u niektórych pacjentów preferujących ten rodzaj terapii pod warunkiem ograniczenia czasu unieruchomienia do kilku dni (maks. 10), wyniki badań nie pozostawiają jednak wątpliwości, że stosowanie ortez nie ma jakiegokolwiek przewagi nad wczesnym wdrożeniem kinezyterapii i powrotem do normalnej aktywności ruchowej,
- w Polsce nie stosuje się różnicowania stopnia nasilenia WAD, a wszystkie postacie dystorsji kręgosłupa szyjnego (od najłżejszych po najpoważniejsze) są „wrzucane do jednego worka” i leczone długotrwałym unieruchomieniem – ten swoiście rozumiany „złoty standard” w krajach tzw. kultury *whiplash* zostałby uznany za oczywisty błąd terapeutyczny.

Postulaty weryfikacji utartych schematów postępowania i wdrożenia uznawanych na świecie od lat standardów terapii wpływają w Polsce głównie ze strony środowisk ubezpieczeniowych oraz medycyny sądowej, tematyka ta jest natomiast rzadko poru-

mation spread by companies offering legal advice to accident participants;

- education of the medical sector in the scope of QTF classification and most up-to-date methods of WAD treatment – dissemination of knowledge about the negative the effects of long-term neck immobilisation in the orthopaedic collar:
 - lack of familiarity with the QTF classification (despite the fact that it was developed back in 1995),
 - lack of familiarity with the current principles of WAD treatment,
 - lack of knowledge about the adverse effects of using a cervical collar,
 - rash immobilisation of patients suffering from chronic degenerative lesions.

A particularly worrying aspect is the propensity of Polish therapists to prescribe cervical collar as the primary method of WAD treatment, and to advise patients to immobilise the neck for up to 4–6 weeks:

- symptoms occurring in patients with degenerative spinal lesions after a few weeks of cervical collar treatment are attributed to their therapy rather than the accident itself [8],
- in experiments conducted on volunteers, objective musculoskeletal symptoms were found in previously completely healthy individuals after just 2 days of continued use of the collar [8];
- according to other – less widespread – views, the cervical collar is an acceptable method in the treatment of acute WAD symptoms in some patients preferring this form of therapy, provided that the period of immobilisation is limited to a few days (max. 10), though research results still leave no doubt that orthoses are not superior to the early initiation of kinesiotherapy and resumption of normal motor activity,
- in Poland, WAD severity grading is not used, and hence all types of distortion of the cervical spine (from the mildest to the most severe) are “thrown into one bag” and consistently, for many years, treated by long-term cervical immobilisation. This peculiar “golden standard” of therapy could be regarded as an obvious medical error in the countries of the so-called “whiplash culture”.

It is fairly paradoxical that in Poland the calls to revise the established patterns of conduct and introduce standards of therapy which have been recognised globally for years come mainly from the in-

szana przez profesjonalistów z dziedzin klinicznych [26]. Brakuje wytycznych zawierających jasne zasady diagnostyki oraz terapii WAD – analogicznych do zagranicznych rekomendacji wypracowanych wspólnie przez reprezentantów dziedzin klinicznych (chirurgii, neurologii, ortopedii i rehabilitacji) biorących udział w rozpoznawaniu i leczeniu „ujemnych radiologicznie następstw urazu akceleracyjno-deceleracyjnego o różnej symptomatologii” [27, 28].

„Epidemia *whiplash*” wpisująca się w monitorowane w okresowo aktualizowanych raportach Światowej Organizacji Zdrowia globalne trendy przedwczesnej śmiertelności oraz niepełnosprawności (tab. III). WHO prognozowała, że jednymi

assurance sector and the forensic science community, while the topic is rarely raised by professionals working in the clinical domains [26]. There are no Polish guidelines with precisely formulated rules for WAD diagnosis and therapy similarly to foreign recommendations developed jointly by representatives of various clinical fields (surgery, neurology, orthopaedics and rehabilitation) involved in the diagnostic work-up and treatment of “radiologically negative effects of acceleration/deceleration injuries with a wide variety of clinical manifestations” [27, 28].

The “whiplash epidemic” was in line with the trends for the global burden of premature mortality and disability monitored in periodically updated

Tabela III. Szacowana zmiana kolejności 10 głównych przyczyn przedwczesnej śmiertelności i kalectwa w krajach całego świata między rokiem 2004 a 2030 według Global Burden of Disease Study 2004. Dla porównania przedstawiono bieżącą estymację według projektu GBD 2017 (trzeci poziom agregacji)

Table III. Projected changes in the order of 10 leading causes of premature mortality and disability in countries worldwide between 2004 and 2030 according to the Global Burden of Disease Study 2004. The current GBD 2017 estimation (level 3 aggregation) is presented for comparative purposes

Nr No.	DALYs świat (2004) DALYs – World (2004)	DALYs świat (prognoza 2030) DALYs – World (2030 projection)	DALYs świat (2017) DALYs – World (2017)
1	Infekcje dolnych dróg oddechowych Lower respiratory infections	Depresja jednobiegunowa Unipolar depression	Schorzenia okresu noworodkowego Neonatal disorders
2	Zakażenia pokarmowe z biegunką Diarrhoeal diseases	Choroba niedokrwienna serca Ischaemic heart disease	Choroba niedokrwienna serca Ischaemic heart disease
3	Depresja jednobiegunowa Unipolar depression	Wypadki drogowe Road traffic accidents	Udary – choroby naczyń mózgowych Strokes – cerebrovascular disorders
4	Choroba niedokrwienna serca Ischaemic heart disease	Choroby naczyń mózgowych Cerebrovascular diseases	Infekcje dolnych dróg oddechowych Lower respiratory infections
5	HIV/AIDS	Przewlekła obturacyjna choroba płuc Chronic obstructive pulmonary disease	Przewlekła obturacyjna choroba płuc Chronic obstructive pulmonary disease
6	Choroby naczyń mózgowych Cerebrovascular diseases	Infekcje dolnych dróg oddechowych Lower respiratory infections	Zakażenia pokarmowe z biegunką Diarrhoeal diseases
7	Niedojrzałość urodzeniowa Prematurity	Utrata słuchu Hearing loss	Cukrzyca Diabetes mellitus
8	Zamartwica i urazy okołoporodowe Birth asphyxia and birth trauma	Wady refrakcji Refractive disorders	Wypadki drogowe Road traffic accidents
9	Wypadki drogowe Road traffic accidents	HIV/AIDS	Bóle dolnego odcinka kręgosłupa Low back pain
10	Infekcje okresu noworodkowego Neonatal infections	Cukrzyca Diabetes mellitus	Wady wrodzone Congenital defects

DALYs – disability-adjusted life years

z głównych problemów zdrowotnych na świecie staną się wypadki drogowe oraz jednobiegunkowa depresja – miarą porównawczą są tzw. DALYs (*dissability-adjusted life years*). Jeden DALY można uznać za jeden stracony rok „zdrowego” życia, który obliczany jest jako iloczyn średniego czasu trwania danej choroby i współczynnika nasilenia (*disability weight*) ustalonego przez ekspertów WHO dla poszczególnych rodzajów niepełnosprawności krótko- i długoterminowej. Raporty projektu Global Burden of Disease Study radykalnie zrewidowały jednak scenariusze tworzone kilkanaście lat temu [29, 30].

Wprowadzenie w niektórych krajach tzw. kultury *whiplash* stosunkowo niewielkich zmian na poziomie legislacyjnym (w zasadach kompensacji najpowszechniejszych szkód osobowych u uczestników zdarzeń drogowych) przyniosło duże ograniczenie skali zgłaszanych roszczeń. Można więc zakładać, że podobna zmiana podejścia do zasad oceny zjawiska *whiplash* w naszym kraju także spowodowałaby do właściwej skali ocenę następstw tych pospolitych urazów komunikacyjnych.

Wnioski

1. Podstawowym warunkiem przyjęcia średniego uszczerbku na zdrowiu w następstwie dystorsji szyjnego odcinka kręgosłupa powinno być potwierdzenie trzeciego stopnia WAD według klasyfikacji QTF.
2. Progowe wartości Δv (≤ 13 km/h) oraz przyspieszenia (≤ 3 g), a z drugiej strony stopień WAD ≤ 2 według QTF praktycznie wykluczają (niezależnie od siebie) możliwość doznania relevantnych prawnie obrażeń kręgosłupa szyjnego (niezależnie od ewentualnych współistniejących zmian chorobowych wykazanych w badaniach obrazowych).
3. W praktyce organ procesowy powinien obligatoryjnie wymagać obliczania co najmniej wartości Δv i krotności przyspieszenia ziemskiego g w opiniach zleczanych ekspertom z zakresu techniki samochodowej i zderzeń pojazdów.
4. Towarzystwa ubezpieczeniowe powinny wprowadzić zasady rutynowej dokumentacji ustawienia zagłówek w ramach procedur likwidacji szkód związanych z WAD (ortogonalna fotogra-

reports issued by the World Health Organisation (Table III). According to the WHO forecasts, road traffic accidents and unipolar depression will be among the leading global health problems across the world, expressed using the comparative measure of the so-called DALYs (disability-adjusted life years). One DALY, therefore, can be regarded as equal to one year of healthy life lost, and it is calculated as the product of the average disease duration and the disability weight factor defined by WHO experts and reflecting the severity of different types of short-term and long-term disability. However, the current reports published by the Global Burden of Disease Study have radically revised the scenarios prepared a dozen years ago or so [29, 30].

The introduction of relatively minor legislative changes (in provisions regulating the award of compensation for the most common personal injuries sustained by participants of traffic accidents) in some of the “whiplash culture” countries has brought about a radical reduction in the number of filed claims. Therefore, it can be assumed that a similar change in approach to evaluating the phenomenon of whiplash in Poland would also scale down the evaluation of effects caused by these common traffic traumas.

Conclusions

1. The basic precondition for recognising the occurrence of moderate impairment to health (according to the Polish penal code) due to distortion of the cervical spine should be confirmation of grade 3 WAD according to the QTF classification.
2. Threshold Δv (≤ 13 km/h) and acceleration (≤ 3 g) values coupled with WAD grade ≤ 2 according in the QTF classification practically rule out (independently of each other) the possibility of sustaining legally relevant cervical spine injuries (regardless of any concomitant pathologies detected by medical imaging).
3. Consequently, judicial authorities in their practice should obligatorily require the calculation of at least Δv values (change in velocity) and multiples of g (acceleration of gravity) in opinions commissioned from experts in the field of automotive technology and vehicle collisions.
4. Insurance companies should introduce provisions requiring routine documentation of the

fia z udziałem uszkodzonego w jego pojeździe – możliwość porównania z powypadkową dokumentacją fotograficzną).

5. Konieczne jest wypracowanie (lub adaptacja) przez środowiska klinicystów polskich standardów postępowania diagnostyczno-terapeutycznego w przypadkach podejrzeń dystorsji kręgosłupa szyjnego.

Autor deklaruje brak konfliktu interesów.

head restraint position as part of their procedures for the adjustment of WAD-related claims (orthogonal photograph with the accident victim inside the vehicle to obtain the possibility of comparison with post-accident photographic documentation).

5. Furthermore, clinicians should develop (or adapt) Polish standards for the diagnostic and therapeutic management applicable to cases of suspected distortion of the cervical spine.

The author declares no conflict of interest.

Piśmiennictwo

References

1. Teresiński G. Verification of whiplash-associated disorders in forensic medical practice. Part I – assessment of the injury circumstances and biomechanics. Arch Med Sadowej Kryminol 2013; 63: 61-148.
2. Teresiński G. Verification of whiplash-associated disorders in forensic medical practice. Part II – objectivization of injuries. Arch Med Sadowej Kryminol 2013; 63: 172-193.
3. Helliwell PS, Evans PF, Wright V. The straight cervical spine: does it indicate muscle spasm? J Bone Joint Surg 1994; 76B: 103-106.
4. Matsumoto M, Fujimura Y, Suzuki N, Toyama Y, Shiga H. Cervical curvature in acute whiplash injuries: Prospective comparative study with asymptomatic subjects. Injury 1998; 29: 775-778.
5. Kumagai G, Ono A, Numasawa T, et al. Association between roentgenographic findings of the cervical spine and neck symptoms in a Japanese community population. J Orthop Sci 2014; 19: 390-397.
6. Anderson RWG, Gibson TJ, Cox M, Ryan GA, Gun RT. Whiplash associated disorders: a comprehensive review. Centre for Automotive Safety Research, University of Adelaide, Report No. CASR016. <http://casr.adelaide.edu.au/reports> (access: 5.10.2019).
7. Gun RT, Osti OL, O'Riordan A, Mpelasoka F, Eckerwall CG, Smyth JF. Risk Factors for Prolonged Disability After Whiplash Injury: A Prospective Study. Spine 2005; 30: 386-391.
8. Hell W, Schick S, Langwieder K, Zellmer H. Biomechanics of cervical spine injuries in rear end car impacts: influence of car seats and possible evaluation criteria, Traffic Injury Prev 2002; 3: 127-140.
9. Insurance Institute for Highway Safety. Special Issue: Head Restraints. Status Report 1997; 32, No. 4.
10. Spitzer WO, Skovron ML, Salmi LR, Cassidy JD, Duranceau J, Suissa S, Zeiss E. Scientific monograph of the Quebec Task-Force on Whiplash-Associated Disorders – redefining whiplash and its management. Spine 1995; 20 (8 Suppl): S1-S73.
11. Hell W, Höpfl F, Langwieder K, Lang D. Cervical spine distortion injuries in various car collision directions and injury incidence of different car types in rear-end collisions, Proc IRCOBI Conf, Lisbon 2003: 193-206.
12. Hell W, Langwieder K, Walz F. Reported soft tissue neck injuries after rear-end car collisions, Proc IRCOBI Conf, Göteborg 1998: 261-274.
13. European Enhanced Vehicle-Safety Committee. EEVC WG20 Report – Working Document 80, Updated State-of-the-Art Review on Whiplash Injury Prevention 2007. <http://www.eevc.org> (access: 5.10.2019).
14. Wende D. HWS-Trauma nach Auffahrunfällen. In: Jakubasch K (ed.), Nachschlagewerk für Sachverständige der Kraftfahrzeuge, des Kraftfahrzeugverkehrs und der Straßenverkehrsunfälle. Inst. für Fahrzeugtechnik, Betrieb und Anlagen, Dresden 1998: section 13.7.
15. Großer W, Fürbeth V. Studie zur HWS-Verletzung. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 1998; 36: 90-92.
16. Chappuis G, Soltermann B. Number and cost of claims linked to minor cervical trauma in Europe: results from the comparative study by CEA, AREDOC and CEREDOC. Eur Spine J 2008; 17: 1350-1357.
17. Gratzner W, Burg H. Analyse von Serienkollisionen und Berechnungen der Insassenbeschleunigung im gestoßenen Fahrzeug. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 1994; 32: 253-256.
18. Ratingen van M, Ellway J, Avery M, Gloyns P, Sandner V, Versmissen T. The Euro NCAP Whiplash Test. NCAP Whiplash Group, Paper Number 09-0231, 2009.
19. Research Council for Automobile Repairs. RCAR-IIWPG Seat/Head Restraint Evaluation Protocol (Version 3). International Insurance Whiplash Prevention Group. The Insurance Institute for Highway Safety (IIHS) 2008.

20. Watts A, Atkinson D, Hennessy M. Low speed automobile accidents. Lawyers & Judges Publ. Co., Tucson 1996.
21. Anderson SE, Boesch C, Zimmermann H, et al. Are there cervical spine findings at MR imaging that are specific to acute symptomatic whiplash injury? A prospective controlled study with four experienced blinded readers. *Radiology* 2012; 262: 567-575.
22. Yu LJ, Stokell R, Treleven J. The effect of neck torsion on postural stability in subjects with persistent whiplash. *Man Ther* 2011; 16: 339-343.
23. Della Casa E, Affolter Helbling J, Meichtry A, Luomajoki H, Kool J. Head-eye movement control tests in patients with chronic neck pain; inter-observer reliability and discriminative validity. *BMC Musculoskelet Disord* 2014; 15: 16.
24. Jørgensen R, Ris I, Falla D, Juul-Kristensen B. Reliability, construct and discriminative validity of clinical testing in subjects with and without chronic neck pain. *BMC Musculoskelet Disord* 2014; 15: 408.
25. Montfoort I, Van Der Geest JN, Slijper HP, De Zeeuw CI, Frens MA. Adaptation of the cervico- and vestibulo-ocular reflex in whiplash injury patients. *J Neurotrauma* 2008; 25: 687-693.
26. Józefiak-Wójtowicz A, Stolarczyk A, Deszczyński JM, Materek M, Pietras M, Bażant K. Use of cervical collar after whiplash injuries. *Pol Orthop Traumatol* 2014; 79: 132-137.
27. State Insurance Regulatory Authority: Guidelines for the management of acute whiplash-associated disorders – for health professionals. 3rd ed. Sydney 2014. <https://www.sira.nsw.gov.au> (access: 5.10.2019).
28. Côté P, Wong JJ, Sutton D, et al. Management of neck pain and associated disorders: A clinical practice guideline from the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration. *Eur Spine J* 2016; 25: 2000-2022.
29. GBD 2017 DALYs and HALE Collaborators. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018; 392: 1859-1922.
30. WHO. The global burden of disease: 2004 update. World Health Organization, Geneva 2008.

Adres do korespondencji

Grzegorz Teresiński
Katedra i Zakład Medycyny Sądowej
Uniwersytet Medyczny w Lublinie
ul. Jaczewskiego 8b
20-090 Lublin, Polska
e-mail: g.teresinski@umlub.pl

Nadesłano: 26.11.2019

Zaakceptowano: 4.12.2019

Address for correspondence

Grzegorz Teresiński
Chair and Department of Forensic Medicine
Medical University in Lublin
8B Jaczewskiego St.
20-090 Lublin, Poland
e-mail: g.teresinski@umlub.pl

Submitted: 26.11.2019

Accepted: 4.12.2019

Opracowanie na podstawie referatu wprowadzającego do panelu dyskusyjnego na temat problemów opiniowania sądowo-lekarskiego w przypadkach dystorsji kręgosłupa szyjnego (urazy typu *whiplash*) wygłoszonego 19 września 2019 r. podczas XVIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Medycyny Sądowej i Kryminologii w Lublinie. W pracy wykorzystano (za zgodą Wydawcy) ilustracje i fragmenty tekstu pochodzące z podręcznika „Medycyna sądowa” (red. G. Teresiński), PZWL Wydawnictwo Lekarskie 2019.

Based on the introductory lecture to the discussion panel on problems associated with the preparation of medico-legal expert opinions in cases of distortion of the cervical spine (whiplash injuries) during the 18th Congress of the Polish Society of Forensic Medicine and Criminology held in Lublin on 19 September 2019. The paper contains illustrations and excerpts from the textbook “Medycyna sądowa” [“Forensic Medicine”] (ed. by G. Teresiński), PZWL Wydawnictwo Lekarskie 2019 (with the Publisher’s consent).

