

MESSERER FRACTURE: A COMPARISON OF THE PREVALENCE OF THE MESSERER FRACTURE BETWEEN 1980–1984 AND 2016–2020 BASED ON MATERIALS FROM THE DEPARTMENT OF FORENSIC MEDICINE IN KRAKÓW

Gabriela SZYPUŁA^{1*} , Gabriela KANCLERZ^{1*} , Patrycja SZCZEPANIAK¹ , Maria KOMISARZ¹ , Wojciech KOZIOŁEK¹ , Tomasz KONOPKA² 

¹ Students' Scientific Group of Forensic Medicine, Jagiellonian University Medical College, Kraków, Poland

² Department of Forensic Medicine, Jagiellonian University Medical College, Kraków, Poland

*both authors contributed equally to the research

Abstract

Aim: The aim of the study was to compare the incidence of Messerer fractures in the years 1980–1984 and 2016–2020 in the material of the Department of Forensic Medicine in Kraków and to equate it with the available literature.

Material and methods: Section protocols collected at the Department of Forensic Medicine in Kraków from 1980–1984 and 2016–2020 were investigated. Cases of car-pedestrian traffic accidents were collected and analyzed.

Results: In the 39 cases from 1980–1984, 47 Messerer fractures were present. These reports represented 8.35% of deaths related to car-pedestrian traffic accidents. Among 9 women, Messerer fracture was generally observed in the right femur (41.67%), and the base of the wedge was lateral (41.67%). Whereas among 30 men, it was mainly located in the right femur or tibia (25.71% each). Alcohol was detected among 17 people. While in the 34 postmortem reports from 2016–2020 (15.38% of fatal strikes by a car), 43 Messerer fractures were present. They were usually located in the right tibia (39.5%), then in the right fibula (20.9%) and in the left tibia (14%). The bases of the wedges were mostly lateral (51.2%) and anterior (14%). In contemporary protocols, alcohol was detected among 22 people.

Conclusions: Contrary to the literature data Messerer fractures occur in modern times almost twice as often as in the 80's. Some differences regarding localization in lower extremities or wedge orientation can be observed.

Keywords

Messerer fracture; Traffic accident; Fracture; Pedestrian victims; Car-pedestrian collision.

Received 4 January 2024; accepted 7 February 2024

Introduction

Traffic accidents are a significant problem, despite often being an unnoticeable part of our everyday lives. According to the WHO, over 1.35 million people die in traffic accidents each year, making it the eighth most common cause of death overall, and the first most common among people aged 5–29 years [1]. It should also be noted that the WHO indicates pedestrians as

a group that is particularly exposed to this danger. In fact, two pedestrians from New York and the UK are considered to be the first fatal traffic accident victims in history [2].

Research on traffic accidents began in the second half of the 19th century, with the publication of the works of Carl Liman and Otto Messerer [2]. The results of their research are the topic of this article. Messerer described a bending fracture characterised

by the formation of an indirect fragment shaped like a wedge or a triangle, which is now referred to as a *Messerer fracture*. This fracture usually involves the shafts of the long bones, especially the lower leg bones, and typically occurs when a pedestrian is hit by a passenger car.

According to the latest studies, the prevalence of the Messerer fracture has been decreasing in recent years, primarily due to a modified shape of car bumpers [3, 4].

Aim of the study

The aim of this study is to compare the prevalence of the Messerer fracture among pedestrians who were hit by a passenger car between 1980–1984 and 2016–2020, based on the autopsy protocols available at the Department of Forensic Medicine (DFM) in Kraków, Poland.

The results are also compared to the subject literature.

Material and methods

Autopsy protocols from 1980–1984 and 2016–2020 available at the DFM were analysed. The initial analysis included cases of pedestrians hit by passenger cars: 468 cases from the former period and 226 from the latter period. Next, after a detailed assessment, accidents caused by trucks (5 cases), as well as accidents misclassified in the initial post-mortem diagnosis, and cases in which it could not be determined with full certainty that the pedestrian was hit by a car (for example, when the pedestrian was lying on the road at the time of the incident) (1 case), were excluded from the study. As a result, 467 cases of pedestrians who were hit by a car from 1980–1984 and 221 cases from 2016–2020 were obtained. The following variables were investigated: number, presence and location of Messerer fractures, structure of age and gender of the accident victims, blood alcohol and other injuries.

Results

Among the cases of fatal accidents involving pedestrians hit by passenger cars in 1980–1984, a Messerer fracture was described in between 6.32% of the cases in 1983 and 12.5% in 1984. For 1980–1984, a Messerer fracture was described in 39 out of the 467 fatal accidents, which constitutes 8.35%. In 2016–2020, the percentage of such cases nearly doubled, amounting to 15.83% (34 cases out of 221). However, the percentage

differed between years, ranging from 8.62% in 2017 to as much as 29.03% in 2019. Importantly, in the 1980s, the DFM received victims of traffic accidents from all of the Lesser Poland Voivodship; whereas today, the DFM only covers the city of Kraków and its surrounding neighbourhood. Figure 1 presents detailed data about the number of autopsies included in the analysis of the results and the percentage of the relevant autopsy protocols in which a Messerer fracture was identified.

The 39 analysed protocols from 1980–1984 reported a total of 47 Messerer fractures, including as many as four fractures of the lower leg in the same case. The 34 protocols from 2016–2020 described 43 wedge-like fractures. The Messerer fractures usually occurred in the right femur (29.79%) and right tibia (27.66%) in 1980–1984; and in the right tibia (39.53%) and right fibula (20.93%) in 2016–2020. Importantly, Messerer fractures of the femur were much rarer in the later period than in the 1980s (13.95% in 2016–2020 and 46.81% in 1980–1984 for both femurs); whereas fractures of the fibula were much more frequent (32.56% and 6.39% for both fibulae, respectively). The percentage of Messerer fractures of the tibia remained similar (46.81% in 1980–1984 vs. 53.48% in 2016–2020, for both tibias). Figure 2 presents detailed information about the locations of Messerer fractures in the lower limbs.

The analysis also concerned the orientation of the base of the wedge characteristic for the Messerer fracture, which indicates the direction of the shear force. The results are presented in Figure 3. Importantly, the base of the wedge predominantly faced forwards (27.66%) and to the sides (27.66%) in 1980–1984; whereas in over half of the cases from 2016–2020 (51.16%), the wedge faced sideways. In the latter period, forward-facing (13.95% vs. 27.66%, respectively) and backward-facing wedges (9.30% vs. 17.02%, respectively) were much rarer than in the former period.

In 9 out of the 39 (23.08%) analysed cases from 1980–1984, the accident victim was a woman. The age of the accident victims who showed a Messerer fracture ranged from 4 to 82 years, with a mean age of 49 years. In turn, women were the victims in 9 of the cases between 2016 and 2020 (26.47%). The age of the victims at the time of the accident ranged from 11 to 86 years, with a mean age of 46 years, which was lower than in the 1980s.

The study also analysed the concentrations of alcohol in the blood, urine and eyeball of the fatal victims of traffic accidents who showed a Messerer fracture. Alcohol tests were performed in 27 of the traffic accident victims (69.23%) from 1980–1984. Among these

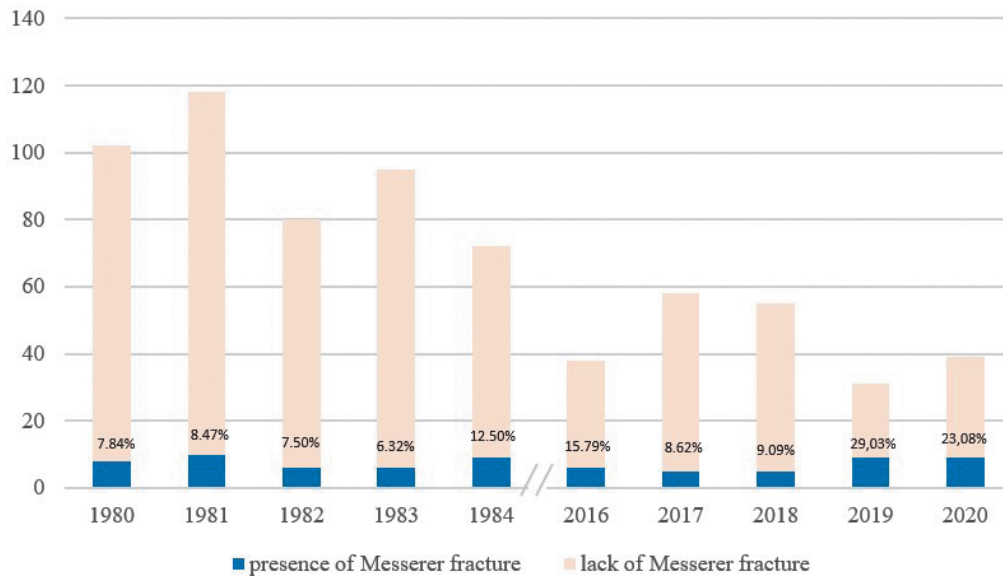


Fig. 1. Number of fatal collisions of pedestrians by passenger cars in the materials of the Department of Forensic Medicine in Kraków in the years 1980–1984 and 2016–2020, including the percentage of cases in which at least one Messerer’s fracture was found.

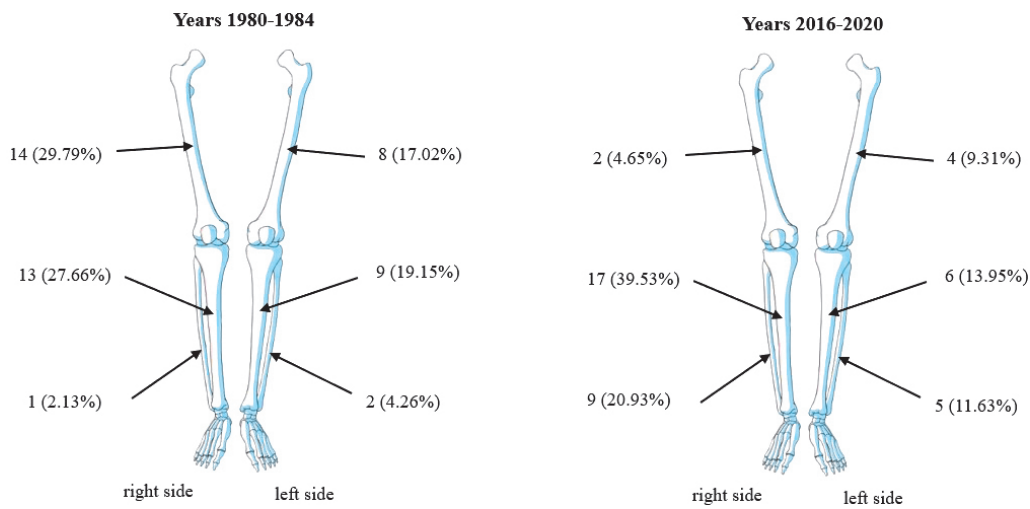


Fig. 2. Distribution of Messerer’s fractures in the long bones of the lower limbs in 1980–1984 and 2016–2020.

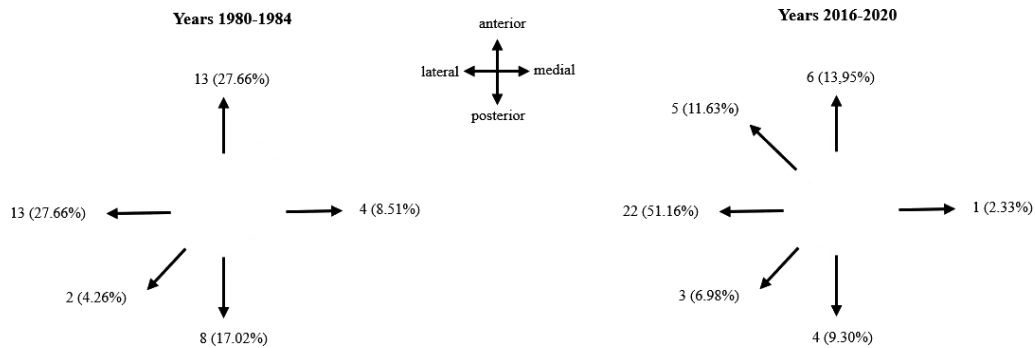


Fig. 3. The orientation of the wedge bases in Messerer’s fracture in the years 1980–1984 and 2016–2020.

27 victims, 11 showed presence of no alcohol, and 4 showed alcohol in an amount that may have resulted from decay. In the remaining cases, the blood alcohol amounted to 1.3–3.4‰ (2.5‰ on average), and urine alcohol amounted to 1.9–3.9‰ (3.1‰ on average). Alcohol tests were performed in all of the analysed cases from 2016–2020, of which 10 showed no alcohol (29.41%), and 2 showed alcohol in an amount that may have resulted from decay. In the remaining cases, the blood alcohol amounted to 0.8–3.4‰ (2.2‰ on average) and the urine alcohol amounted to 1.1–4.6‰ (2.9‰ on average). In two cases, alcohol was measured in the eyeball fluid, and amounted to 1.8 and 3.2‰. Figure 4 presents detailed data about the blood and urine alcohol concentration in the analysed cases of traffic accidents.

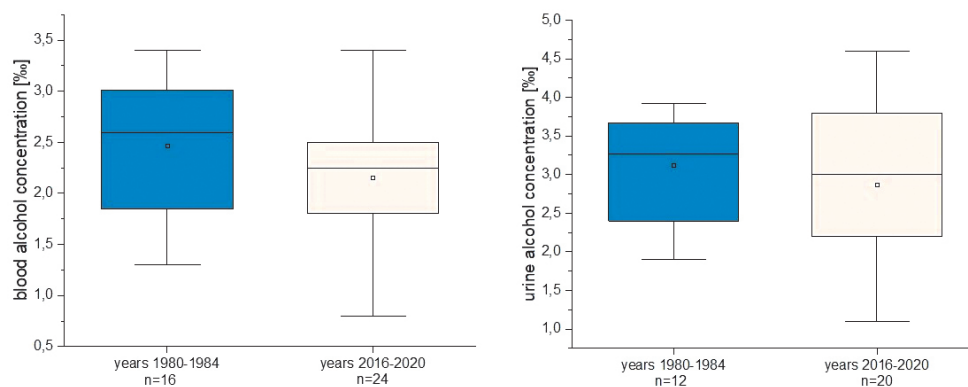


Fig. 4. Alcohol concentration in the blood and urine of pedestrians fatally hit in the years 1980–1984 and 2016–2020, in whom the presence of Messerer’s fracture was recorded. The ‘whiskers’ represent 1.5 times the interquartile distance, the line in the box – the median, and the point – the mean value.

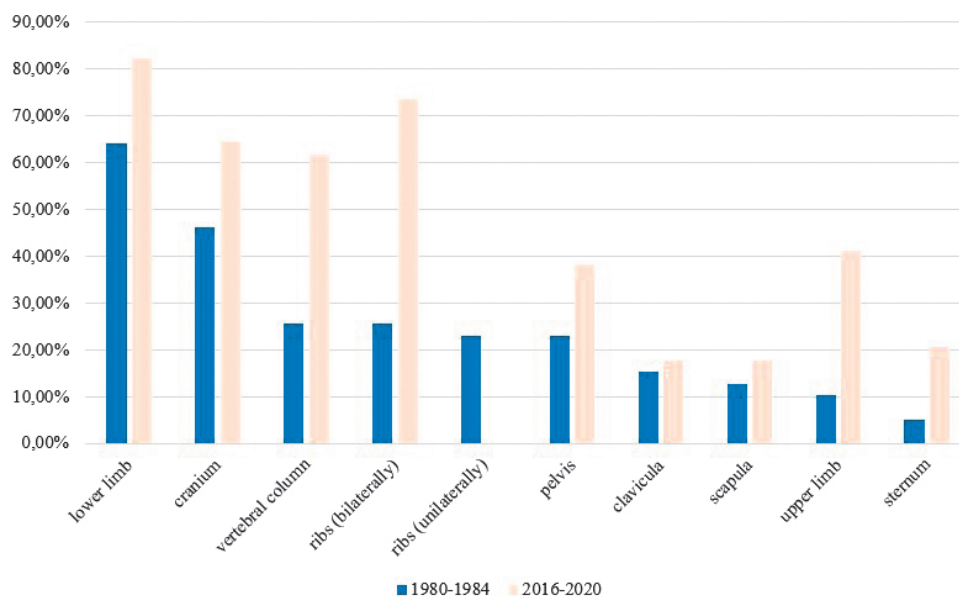


Fig. 5. Percentage of cases in which, in addition to Messerer’s fracture, the presence of fractures of the mentioned structures was noted. Structures were included if at least one bone constituting the structure was broken by impact.

Discussion

In contemporary forensic medicine, it is known that many types of injuries can help to reconstruct the course of a traffic accident. In the case of pedestrians who are hit by cars, these injuries include Messerer fractures of the long bones, injuries of the menisci of the knee joints, injuries of the collateral and cruciate ligaments, and indentations of the tibial and femoral condyles [5]. This study focused on the oldest and most traditional type of injury – the Messerer fracture.

The Messerer fracture occurs in the shafts of the long bones, usually the lower leg bones, and is typically observed in pedestrians who are hit by cars. In this study, only such cases were analysed. However, the subject literature lists cases of Messerer fractures sustained in different circumstances. In 1998, Berent described a case of a Messerer fracture of the ulna inflicted with a baseball bat [6]. Experts from the Chair of Forensic Medicine at the Collegium Medicum in Bydgoszcz also described the case of a clavicle fracture with a wedge-shaped indirect fragment inflicted with the buckle of a body belt [7]. These cases confirm that if the force impacting a bone is strong enough to bend its shaft, then it may create a wedge-shaped secondary fragment. This phenomenon may be observed not

only in the long bones, but also through mechanisms other than an impact with a car. Teresiński addresses this topic in detail in the chapter titled ‘Mechanisms of long bone fractures’ in his most recent handbook of forensic medicine [5]. The Messerer fracture is the classic form of a bending fracture that occurs when the longitudinal axis of a bone is affected by a perpendicular force. As a result, the shaft of the bone bends, and a fracture occurs. A characteristic feature of the Messerer fracture is the wedge-shaped fragment that breaks off from the bone. The shape of this fragment is very important, because the base of the wedge is located on the concave side of the bone, while its apex is located on its convex side, which indicates the direction of the force acting on the bone, as is shown in the diagram in Figure 6 [8]. However, it should be noted that not every secondary fragment with a triangular shape is a Messerer wedge. Some wedges are false, with convex edges and irregular vertexes, in contrast to true wedges, the edges of which are always concave relative to the base [8]. Figure 7 shows a sample Messerer fracture (the photograph was obtained from the DFM), while Figure 8 shows a close-up view of the secondary wedge.

Although the orientation of the wedge may be helpful in the investigation of an incident, caution should

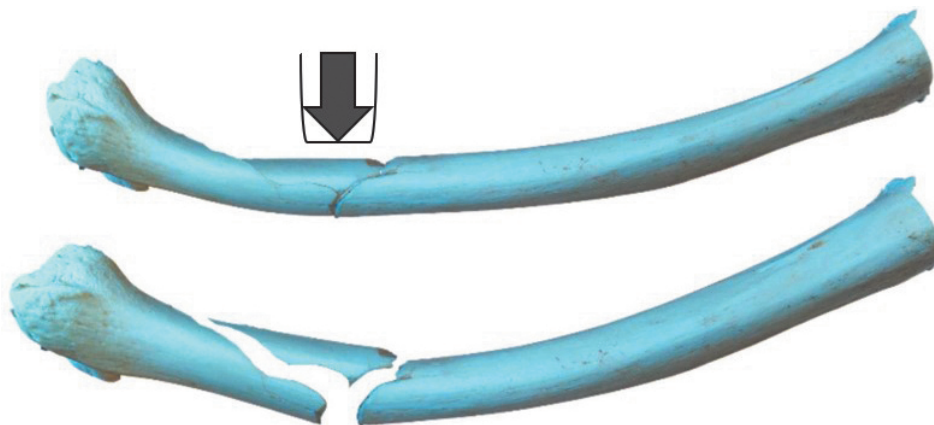


Fig. 6. Typical mechanism of Messerer's fracture formation – Department of Forensic Medicine in Kraków.



Fig. 7. Messerer's fracture – Department of Forensic Medicine in Kraków.



Fig. 8. Messerer's fracture, close-up – Department of Forensic Medicine in Kraków.

be exercised when drawing conclusions based exclusively on such a fragment. Any data obtained through an autopsy should be compared to the police reports. This recommendation is substantiated by the authors who described a fatal accident in which a pedestrian was hit by a Seat. An autopsy of the victim revealed a fracture of the right femur with a secondary wedge facing right with its apex and left with its base, which suggested a force acting from the left. However, other evidence did not indicate any direct action at that location [9]. In an article by Teresiński and Mądro, on cases of fatal accidents involving pedestrians hit by cars, it was also observed that in 7 out of 14 fractures of the femur and 23 out of 28 fractures of the tibia, the location of the base of the secondary wedge corresponded to the location of the impact with the car. The authors emphasised that the location of the wedge, especially in the femur, is often useless or even misleading for the assessment of which side of the victim's body was oriented towards the incoming vehicle [3].

In the same article, research on the prevalence and significance of Messerer fractures was discussed. The article concerned the period between 1996 and 1998, which was shorter than the period analysed in this study, and took into account traffic accidents involving trucks, as opposed to this study. These differences should be borne in mind when comparing the two publications. Forty-one secondary wedges among 34 cases were observed in the period of 1996–1998. With a total of 287 analysed accidents, this gives a 12% rate of Messerer fractures. Teresiński and Mądro concluded that the Messerer fractures were becoming less prevalent due to a modified structure of the bumper in modern cars [3]. Specifically, the bumpers in contemporary cars are more rounded and protrude less towards the front than their older counterparts; they are also better integrated with the rest of the vehicle [10]. However, the data collected and analysed by the authors of this study did not confirm this thesis. In the DFM, from which the data was collected, the bodies of pedestrians hit by cars have been routinely assessed for Messerer fractures in the lower extremities since as early as the beginning of the 1970s

[11]. The percentage of such fractures was 8.35% in 1980–1984 and 15.38% in 2016–2020, which means that their prevalence has nearly doubled (1.8). Similar findings were reported in a German publication, in which it was observed that a Messerer wedge occurred with both the old and the new shape of car bumpers, as opposed to the multi-fragment fractures characteristic of the old type [10]. Consequently, the modified structure of bumpers may not be the only factor affecting the occurrence of a fracture with an indirect fragment in accidents involving pedestrians being hit by a car.

In the aforementioned Polish study, as many as 68.3% of all indirect wedges were located in the bones of the lower leg, while 31.7% were located in the femur. In the study, it was also observed that there was a significant increase in the percentage of fractures of the lower leg with an indirect wedge among the total number of fractures, which may have been related to the modified shape of the front bumper in cars [3]. Among the cases of fractures from 1980–1984 analysed in this study, 53.2% involved the lower leg, and 46.8% involved the femur. In 2016–2020, a vast majority of the Messerer fractures (86%) occurred in the lower leg, compared to only 14% in the femur, which substantiates the above conclusion.

In an article on traffic accidents in the United Arab Emirates [12], it was found that as many as 61% of road deaths involved pedestrians. Limb and head injuries appeared particularly often among these pedestrians, in contrast to the persons inside the vehicles. The autopsy protocols analysed in this study indicated that 48.7% of the fractures in 1980–1984, and 64.7% of the fractures in 2016–2020, occurred in the skull. Likewise, in a paper on accidents that took place in Bangalore it was reported that the most common fatal injuries involving the skeletal system were located in the skull and lower limbs [13]. Video footage of traffic accidents showed that a speed of 40 km/h or more contributed to severe injuries of the head, and to fractures of the pelvis and limbs in pedestrians [14].

Although the problem of speeding is underestimated in Poland, most people are aware that intoxication is extremely dangerous in traffic. Intoxicated

individuals were involved in about 18% of traffic accidents, including 11% as the drivers and 6% as pedestrians [15]. The analysis conducted as part of this study demonstrated that among the pedestrians who died after being hit by a passenger car in 1980–1984, 35.9% were under the influence of alcohol. In 2016–2020, this percentage increased up to as much as 64.7%. Data published by the Polish Central Statistical Office indicates that between 2016 and 2020 in the Lesser Poland Voivodship, an average of 43% of the drivers of passenger cars and 28% of pedestrians involved in traffic accidents were intoxicated [16]. These values are lower than those obtained in this study, which is likely due to the impossibility of separating only accidents that resulted in the death of the victim from the general pool of accidents.

Conclusions

1. The Messerer fracture is rare, but informative from the point of view of an expert or forensic physician. Assessing the location of a Messerer fracture may help to reconstruct the course of a traffic accident.
2. Despite expectations, the prevalence of the Messerer has not decreased, but has even doubled over the years. Due to the limited area from which the data was collected and a small number of cases, further research on the subject is recommended.
3. The prevalence of Messerer fractures of the lower leg has increased considerably.
4. The modified shape of bumpers in modern cars may not be the only factor affecting the occurrence of a Messerer fractures in accidents involving a pedestrian being hit by a car.

References

1. Global status report on road safety 2018. World Health Organization; c2018 [cited 2023 Dec 5]. Available from: <http://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>
2. Teresiński G. Historia badań w dziedzinie wypadkowości drogowej. Arch Med Sadowej Kryminol. 2001;51(3):249-257.
3. Teresiński G, Mądro R. The evidential value of wedge-shaped tibial and femoral fractures in cases of car-to-pedestrian collisions. Problems of Forensic Sciences. 1999;40:72-85.
4. Geserick G, Krockner K, Wirth I. Über den Messerer-Bruch – eine Literaturstudie. Arch Kriminol. 2015;235(5-6):145-65.
5. Teresiński G. Mechanizmy złamań kości długich. In: Teresiński G, editor. Medycyna sądowa. Warszawa: PZWŁ; 2019. p. 444-452.
6. Berent J. Złamanie Messerera kości łokciowej spowodowane uderzeniem kijem baseballowym. Arch Med Sadowej Kryminol. 1998;48(3/4):233-236.
7. Bloch-Bogusławska E, Wolska E. Przypadek klinowego złamania obojczyka na skutek uderzenia kłamrą pasa obezwładniającego. Arch Med Sadowej Kryminol. 2003;53(2):181-184.
8. Teresiński G. Odtwarzanie kierunku potrącenia. In: Teresiński G, editor. Medycyna sądowa. Warszawa: PZWŁ; 2019. p. 718-727.
9. Schmidt S, Schulz R, Pfeiffer H, Schmeling A, Geserick G. (2016). On the evidential value of a Messerer fracture sustained in a car-pedestrian traffic accident. Int J Leg Med. 2016;130(6):1593-1597.
10. Otte D, Haasper C. Characteristics on fractures of tibia and fibula in car impacts to pedestrians and bicyclists – influences of car bumper height and shape. Annu Proc Assoc Adv Automot Med. 2007;51:63-79.
11. Kobiela J, Jaegermann K. Badanie sekcyjne zwłok ofiar wypadków drogowych. Problemy Kryminalistyki. 1969;78:185-189.
12. Eid HO, Barss P, Adam SH, Torab FC, Lunsjo K, Grivna M, Abu-Zidan FM. Factors affecting anatomical region of injury, severity, and mortality for road trauma in a high-income developing country: lessons for prevention. Injury. 2009;40(7):703-707.
13. Ravikanth R, Varghese P. Pattern and distribution of long bone fractures in victims of road traffic accidents in Bangalore city. Indian J Forensic Med Toxicol. 2017;11(1):229-233.
14. Miao Q, Zhang YL, Yang XA, Miao QF, Zhao WD, Tong F, Lan FC, Li DR. Analysis of pedestrian fractures in collisions between small cars and pedestrians based on surveillance videos. Am J Forensic Med Pathol. 2022;43(1):11-17.
15. Dąbrowska-Loranc M. Problemy bezpieczeństwa ruchu drogowego na tle rozwoju motoryzacji w Polsce. Archiwum Motoryzacji. 2000;1:7-16.
16. Dziedziny Bazy Wiedzy – Transport. Warszawa: Główny Urząd Statystyczny; 2023 [cited 2023 Dec 5]. Available from: <http://dbw.stat.gov.pl/baza-danych>

ORCID

Tomasz Konopka  0000-0001-5930-957X
 Gabriela Szypuła  0009-0000-8539-8801
 Gabriela Kanclerz  0000-0002-4446-7388
 Wojciech Koziołek  0000-0002-6362-3542
 Maria Komisarz-Calik  0000-0002-1215-4395

Corresponding author

Gabriela Szypuła
 Scientific Group of Forensic Medicine
 Jagiellonian University Medical College
 ul. Grzegorzewska 16
 PL 31-531 Kraków
 e-mail: gabriela.szypula97@gmail.com

ZŁAMANIE MESSERERA – PORÓWNANIE CZĘSTOŚCI WYSTĘPOWANIA ZJAWISKA W LATACH 1980–1984 I 2016–2020 W MATERIALE ZAKŁADU MEDYCZYNY SĄDOWEJ W KRAKOWIE

Wstęp

Wypadki drogowe stanowią obecnie istotny problem, mimo iż często są niezauważalnym elementem codzienności. Według danych Światowej Organizacji Zdrowia ponad 1,35 miliona osób rocznie umiera na skutek wypadków drogowych. Jest to statystycznie ósma pod względem częstotliwości przyczyna śmierci, jednakże już pierwsza dla osób w wieku 5–29 lat [1]. Należy także zauważyć, że WHO wymienia pieszych jako grupę szczególnie narażoną na niebezpieczeństwo – i właśnie za pierwsze ofiary śmiertelne wypadków samochodowych uważa się dwoje pieszych z Nowego Jorku i Wielkiej Brytanii [2].

Początek badań na temat wypadków drogowych sięga drugiej połowy XIX wieku, kiedy to powstawały dzieła Carla Limana czy Otto Messerera [2], którego wyniki badań stanowią podstawę rozważań poniższej pracy. Wyróżnił on złamanie zgięciowe, charakteryzujące się wytworzeniem pośredniego odłamu o klinowatym lub trójkątnym kształcie, które obecnie nazywane jest złamaniem Messerera. Dotyczy ono najczęściej trzonów kości długich, a w szczególności kości podudzia, i zwykle dochodzi do niego podczas potrąceń pieszego przez samochód osobowy.

Według najnowszych danych literaturowych w ostatnich latach zmniejsza się częstość występowania tego zjawiska, głównie z uwagi na zmianę kształtu zderzaków samochodowych [3, 4].

Cel pracy

Celem niniejszej pracy było porównanie częstości występowania złamania Messerera wśród pieszych będących ofiarami potrącenia przez samochód osobowy w latach 1980–1984 oraz 2016–2020 na podstawie protokołów sekcyjnych zgromadzonych w zbiorach Zakładu Medycyny Sądowej w Krakowie. Wyniki porównano z dostępną literaturą.

Material i metody

Zbadano protokoły sekcyjne pochodzące z okresu 1980–1984 oraz 2016–2020 zgromadzone w Zakładzie Medycyny Sądowej w Krakowie. Do wstępnej analizy włączono przypadki potrąceń pieszych przez samochody

osobowe w liczbie: 468 z pierwszej połowy lat osiemdziesiątych i 226 przypadków, do których doszło w ostatnich latach. Następnie po wnikliwej analizie wykluczono przypadki potrąceń spowodowanych przez samochody ciężarowe (5 przypadków), mylnie sklasyfikowane we wstępnym rozpoznaniu sekcyjnym, oraz sytuacje, w których nie dało się ustalić z całą pewnością, że doszło do potrącenia – na przykład gdy pieszy leżał na jezdni w momencie zdarzenia (1 przypadek). W ten sposób uzyskano 467 przypadków potrąceń z okresu 1980–1984 i 221 przypadków pochodzących z lat 2016–2020. Analizie poddano takie zmienne jak: liczba, obecność i lokalizacja złamania Messerera, struktura wieku i płci ofiar potrąceń oraz stężenie alkoholu we krwi oraz inne poniesione obrażenia.

Wyniki

Spośród wziętych pod uwagę w analizie przypadków śmiertelnych potrąceń pieszych przez samochody osobowe w latach 1980–1984 złamanie Messerera było opisywane w od 6,32% przypadków w 1983 roku do 12,5% w 1984 roku. W latach 1980–1984 ten typ złamania został opisany w 39 z 467 śmiertelnych potrąceń pieszych przez samochody osobowe, co stanowiło 8,35%. Z kolei w latach 2016–2020 odsetek autopsji po śmiertelnych potrąceniach przez samochody osobowe, w których stwierdzono obecność złamania Messerera, był prawie dwukrotnie wyższy i wynosił 15,83% (34 przypadki z 221 analizowanych). Wartość odsetka różniła się rocznie, wynosząc od 8,62% w 2017 aż do 29,03% w 2019 roku. Istotny w analizie wyników jest fakt, że w latach osiemdziesiątych do Zakładu Medycyny Sądowej w Krakowie przekazywano ofiary wypadków samochodowych z całego województwa małopolskiego, natomiast współcześnie teren objęty działalnością Zakładu ograniczony jest głównie do miasta Krakowa oraz terenów okolicznych. Szczegółowe dane dotyczące liczby uwzględnionych w analizie wyników autopsji pieszych po śmiertelnych potrąceniach samochodami osobowymi oraz odsetka takich protokołów sekcyjnych, w których odnotowano obecność złamania Messerera, przedstawiono na rycinie 1.

W analizowanych 39 protokołach sekcyjnych z lat 1980–1984 odnotowano łącznie obecność 47 złamań Messerera (w tym w jednej sekcji aż cztery takie złamania – w obrębie kości obu podudzi), a w 34 protokołach

z lat 2016–2020 opisano 43 złamania o charakterze klina. W latach 1980–1984 najczęściej złamania te występowały w zakresie prawej kości udowej (29,79%) oraz prawej piszczeli (27,66%), a w latach 2016–2020 głównie w zakresie prawej kości piszczelowej (39,53%) oraz prawej strzałki (20,93%). Co istotne – złamania Messerera w obrębie kości udowych w ostatnich latach występują znacznie rzadziej niż w latach osiemdziesiątych (13,95% w latach 2016–2020 i 46,81% w okresie 1980–1984 dla obu kości udowych), a złamania strzałki znacznie częściej (odpowiednio 32,56% i 6,39% dla obu strzałek). Odsetek złamań Messerera w obrębie kości piszczelowych pozostał zbliżony (odpowiednio 46,81% oraz 53,48% w latach 1980–1984 oraz 2016–2020 dla obu piszczeli). Szczegółowe informacje na temat lokalizacji złamań Messerera w obrębie kończyn dolnych przedstawiono na rycinie 2.

Przeanalizowano również orientację podstawy charakterystycznego klina, świadcząca o zwrocie siły ścinającej, a uzyskane wyniki przedstawiono na rycinie 3. Co istotne, w latach 1980–1984 podstawa klina skierowana była najczęściej do przodu (27,66%) oraz bocznie (27,66%), a w latach 2016–2020 ponad połowę przypadków stanowił klin ustawiony podstawą bocznie (51,16%). W ostatnich latach znacznie rzadsza była orientacja klina do przodu (13,95% vs. 27,66% w latach 1980–1984) oraz do tyłu (9,30% vs. 17,02% w latach 1980–1984).

W latach 1980–1984 spośród 39 analizowanych przypadków w 9 przypadkach ofiarami potrącenia były kobiety (23,08%). Wiek osób śmiertelnie potrąconych, u których w sekcji wykazano obecność złamania Messerera, mieścił się w przedziale od 4 do 82 lat, średnio wynosił 49 lat. Z kolei w latach 2016–2020 do potrącenia kobiet doszło w 9 z analizowanych przypadków (26,47%). Wiek w momencie wypadku wynosił między 11 a 86 lat, a jego średnia była niższa od wartości w latach osiemdziesiątych i wynosiła 46 lat.

Przeanalizowano również zawartość alkoholu we krwi, moczu oraz gałce ocznej ofiar śmiertelnych potrąceń, u których stwierdzono złamanie typu Messerera. Wśród analizowanych przypadków z lat 1980–1984 badanie stężenia alkoholu w próbce pobranej od ofiary potrącenia zostało wykonane w 27 (69,23%) przypadkach. W 11 z nich wynik wskazywał na brak alkoholu, a w 4 – na taką jego ilość, która mogła powstać w wyniku rozkładu gnilnego. W pozostałych przypadkach stężenie alkoholu we krwi mieściło się w zakresie 1,3–3,4‰ (średnio 2,5‰), a w moczu – od 1,9 do 3,9‰ (średnio 3,1‰). Jeśli chodzi o potrącenia w latach 2016–2020, badanie stężenia alkoholu etylowego było wykonane we wszystkich analizowanych przypadkach – w 10 z nich nie wykazało obecności alkoholu (29,41%), a w dwóch stężenie było na tyle małe, że wykrywany alkohol mógł powstać w przebiegu rozkładu gnilnego. W pozostałych przypadkach stężenie alkoholu we krwi wahało się pomiędzy

0,8 a 3,4‰ (średnio 2,2‰), a w moczu – pomiędzy 1,1 a 4,6‰ (średnio 2,9‰). W dwóch przypadkach został wykonany pomiar stężenia alkoholu etylowego w płynie z gałki ocznej, który wyniósł 1,8 oraz 3,2‰. Szczegółowe dane na temat stężenia alkoholu we krwi oraz moczu w analizowanych przypadkach potrąceń zostały przedstawione na rycinie 4.

Wzięto również pod uwagę pozostałe złamania w obrębie kości osób potrąconych, u których odnotowano złamanie Messerera. Najczęściej obserwowane złamania towarzyszące złamaniom Messerera to inne uszkodzenia w zakresie kończyn dolnych (64,10% oraz 82,35% – odpowiednio w latach 1980–1984 oraz 2016–2020), złamania kości czaszki (41,03% oraz 64,71%), kręgosłupa (25,64% oraz 61,76%) i żeber (48,72% oraz 73,53%). Wszystkie z rozważanych złamań były częściej obserwowane w latach 2016–2020, z wyłączeniem złamania kości żuchwy, którego nie odnotowano w analizowanych przypadkach z tego okresu. Jeśli chodzi o złamania żeber, to współcześnie nie odnotowano złamań jednostronnych, ale ogólnie do ich złamania dochodziło także częściej w latach 2016–2020. Szczegółowe informacje na temat dodatkowych obrażeń w analizowanych przypadkach przedstawiono na rycinie 5.

Dyskusja

Współczesna medycyna sądowa zna wiele obrażeń, których charakter pozwala rekonstruować przebieg wypadku drogowego. W przypadkach osób potrąconych przez samochód są to złamania kości długich typu Messerera, uszkodzenia łokotek stawów kolanowych, uszkodzenia więzadeł pobocznych i krzyżowych, wgniecenia kłykci kości piszczelowych i udowych [5]. Niniejsza praca skupia się na najstarszym i najbardziej klasycznym z tych objawów – złamaniu Messerera.

Złamanie Messerera dotyczy trzonów kości długich, zwykle kości podudzia i najczęściej spotykane jest wśród pieszych będących ofiarami potrącenia przez samochód osobowy – tylko takie przypadki złamań były przez autorów analizowane. W literaturze istnieją jednak przypadki, kiedy takie złamanie może powstać w innych okolicznościach. W 1998 roku opisano przypadek złamania Messerera kości łokciowej powstałego w wyniku uderzenia kijem baseballowym [6]. Specjaliści z Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej Akademii Medycznej w Bydgoszczy opisali także przypadek złamania obojczyka z klinowatym odłamem pośrednim, które powstało w wyniku uderzenia klamrą pasa obojędną [7]. Przypadki te potwierdzają, że jeśli siła działająca na kość będzie na tyle duża, aby doszło do wygięcia jej trzonu, to może powstać klinowaty odłam pośredni i zjawisko to może być zaobserwowane nie tylko w kości długiej, może do niego także dojść w mechanizmie urazu innym

niż potrącenie przez samochód osobowy. Szerzej ten temat analizuje Teresiński w rozdziale „Mechanizmy złamania kości długich” najnowszego podręcznika medycyny sądowej [5]. Złamanie Messerera to klasyczna postać złamania zgięciowego. Powstaje ono, gdy na osłupną kość działa siła przyłożona do niej prostopadle. W wyniku działania tejże siły trzon kości wygina się i następuje złamanie zgięciowe. Cechą charakterystyczną złamania Messerera jest wyodrębnienie się podczas niego trójkątnego klina pośredniego z kości. Jego kształt ma niebagatelne znaczenie, mianowicie podstawa klina znajduje się po stronie wklęsłej, a jego wierzchołek po stronie wypukłej kości, wskazując kierunek siły działającej na kość, co oddaje schemat przedstawiony na rycinie 6 [8]. Należy jednak wziąć pod uwagę, że nie każdy odłam pośredni o trójkątnym kształcie jest prawdziwym klinem Messerera, gdyż istnieją także kliny fałszywe, charakteryzujące się wypukłymi brzegami i nieregularnymi wierzchołkami w odróżnieniu od klinów prawdziwych, mających zawsze wklęsłe względem podstawy brzegi [8]. Przykładowe złamanie Messerera przedstawia rycina 7 (zdjęcie pochodzi ze zbiorów Zakładu Medycyny Sądowej w Krakowie). Rycina 8 prezentuje zbliżenie na klin pośredni.

Mimo że ułożenie trójkątnego odłamku może być pomocne w postępowaniu wyjaśniającym okoliczności zdarzenia, należy zachować ostrożność w formułowaniu jednoznacznych wniosków jedynie na podstawie złamania kości. Stwierdzone podczas autopsji dane należy zestawiać z informacjami z raportów policyjnych. Tezę tę potwierdzają autorzy opisu przypadku śmiertelnego potrącenia pieszego przez samochód marki Seat. U ofiary podczas autopsji zaobserwowano złamanie prawej kości udowej z obecnością klina pośredniego zwróconego wierzchołkiem w stronę prawą, a podstawą w stronę lewą, co sugerowało, że siła działała ze strony lewej, jednakże pozostałe dowody nie wskazywały na bezpośrednie działanie w tym miejscu [9]. Również Teresiński i Mądro (1999) w pracy analizującej przypadki śmiertelnych potrąceń przez pojazdy zauważyli, iż w 7 z 14 złamań kości udowej oraz 23 z 28 złamań kości piszczelowej lokalizacja podstawy klina pośredniego odpowiadała miejscu uderzenia przez samochód. Podkreślili oni, iż lokalizacja klina, zwłaszcza w okolicy kości udowej, często bywa nieprzydatna czy nawet myląca w ocenie tego, która strona ciała ofiary znajdowała się po stronie nadjeżdżającego pojazdu [3].

W artykule Teresińskiego i Mądry omówiono badania dotyczące częstości i znaczenia złamania Messerera. Praca obejmowała swoim zakresem lata 1996–1998, zatem okres krótszy niż w przypadku badań opisanych w niniejszej pracy, oraz uwzględniała potrącenia przez samochody ciężarowe, które nie były włączane do omawianej tu analizy, co należy mieć na uwadze, porównując obie publikacje. Odnotowano wówczas 34 przypadki,

ale 41 klinów pośrednich. W sumie przeanalizowano 287 potrąceń, co przekłada się na odsetek występowania złamania Messerera w wysokości 12%. Z publikacji tej płynął wniosek, że złamanie te stawały się obecnie rzadsze ze względu na zmiany w konstrukcji zderzaków nowoczesnych samochodów [3]. Współczesne auta charakteryzują się bardziej zaokrągloną strukturą zderzaka, mniej wysuniętą ku przodowi, a bardziej zintegrowaną z resztą pojazdu [10]. Zebrane i przeanalizowane przez autorów niniejszej pracy dane nie potwierdzają tej tezy. W krakowskim Zakładzie Medycyny Sądowej, z którego pochodzą te dane, preparowanie kończyn dolnych ofiar potrąceń w poszukiwaniu złamania Messerera jest badaniem rutynowym już od początku lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku [11]. Odsetek takich złamań w latach 1980–1984 wynosił 8,35%, z kolei w latach 2016–2020 – 15,38%, co przekłada się na prawie dwukrotny (1,8) wzrost jego występowania współcześnie. Podobne wnioski płyną z niemieckiej publikacji, w której zauważono, że kliny Messerera pojawiają się przy potrąceniach zarówno przez nowszy, jak i starszy typ samochodów, w przeciwieństwie do złamań wieloodłamowych charakterystycznych dla dawnych typów aut [10]. Zatem zmiana w konstrukcji zderzaków współczesnych samochodów może nie być jedynym czynnikiem wpływającym na wystąpienie złamania z wytworzeniem klina pośredniego w przypadku potrącenia pieszego.

Jeśli chodzi o lokalizację złamania Messerera w przypadkach opisanych w przytoczonej wyżej polskiej pracy, to aż 68,3% wszystkich klinów pośrednich było zlokalizowane w kościach podudzia, natomiast w kościach udowych 31,7%. Zauważono także znaczący wzrost udziału złamań kości podudzia z wytworzeniem klina pośredniego w ogólnej liczbie złamań, co może mieć związek ze zmianą kształtu obrysu przedniego karoserii samochodów [3]. W przypadkach odnotowanych w latach 1980–1984, które były badane przez autorów niniejszego artykułu, rozmieszczenie złamań było następujące: 53,2% dotyczyło kości podudzia oraz 46,8% – kości udowych. Współcześnie obserwujemy zdecydowaną przewagę lokalizacji złamania Messerera w kościach podudzi – 86%, a zaledwie 14% – w kościach udowych, co dowodzi prawdziwości powyższego wniosku.

W analizie dotyczącej wypadków drogowych w Zjednoczonych Emiratach Arabskich [12] stwierdzono, że aż 61% zgonów na drodze dotyczyło pieszych. Szczególnie często pojawiały się u nich urazy kończyn i głowy – w przeciwieństwie do osób znajdujących się wewnątrz pojazdów. Statystyki otrzymane z badań opisanych w niniejszej pracy wykazały 48,7% złamań w obrębie czaszki w latach osiemdziesiątych i 64,7% w analizowanych protokołach z lat współczesnych. Podobnie w pracy omawiającej wypadki w mieście Bangalore opisano, iż najczęstsze śmiertelne urazy dotyczące układu szkieletowego umiejscowione były w kościach czaszki i kończyn

dolnych [13]. Na podstawie filmów ukazujących wypadki drogowe stwierdzono, że to właśnie prędkość powyżej 40 km/h ma sprzyjać ciężkim urazom głowy oraz złamaniom w obrębie miednicy i kończyn wśród pieszych [14].

O ile problem nadmiernej prędkości jest w Polsce bagatelizowany, o tyle większość osób zdaje sobie sprawę z tego, jak duże zagrożenie w ruchu drogowym stanowią nietrzeźwi. Uczestniczą oni w około 18% wypadków, w tym w 11% jako kierowcy, a w 6% jako piesi [15]. Analiza autorów niniejszego artykułu wykazała, iż spośród wszystkich pieszych, którzy zostali śmiertelnie potrąceni przez samochód osobowy w latach 1980–1984, 35,9% było pod wpływem alkoholu, natomiast w latach 2016–2020 było ich aż 64,7%. Ze statystyk wypadków drogowych zamieszczonych przez Główny Urząd Statystyczny wynika, że w województwie małopolskim w latach 2016–2020 nietrzeźwych było średnio 43% kierowców samochodów osobowych uczestniczących w wypadku oraz 28% pieszych [16]. Są to wartości niższe niż uzyskane w opisywanej tu analizie – zapewne ze względu brak możliwości wyszczególnienia z ogółu wypadków drogowych tych, które zakończone były zgonem potrąconego.

Wnioski

1. Złamanie Messerera jest rozpoznaniem rzadkim, ale cennym z punktu widzenia opiniodawcy/medyka sądowego. Ocena jego lokalizacji może być pomocna przy rekonstrukcji przebiegu wypadku drogowego.
2. Wbrew wcześniejszym przypuszczeniom częstość występowania złamania Messerera nie zmalała, ale nawet wzrosła niemal dwukrotnie na przestrzeni lat. Z uwagi na ograniczony obszar, z którego zbierano dane, oraz na liczbę przypadków wskazane są dalsze badania tego zjawiska.
3. Znacznie zwiększyła się częstość występowania złamania w obrębie kości podudzi.
4. Zmiana konstrukcji zderzaków we współczesnych samochodach może nie być jedynym faktorem wpływającym na wystąpienie złamania Messerera w przypadku potrącenia pieszego.