

Whiplashskador – samband med krockvåld vid påkörning bakifrån

av Maria Krafft och Anders Kullgren



Maria Krafft
maria.krafft@folksam.se

Whiplashrelaterade besvär den vanligaste skadan i bilkollisioner, som leder till medicinsk invaliditet. Trots detta finns ännu inga lagkrav eller konsumenttester som reglerar/påverkar utvecklingen mot mer effektiva skyddssystem i fordon. Ett skäl är svårigheten att skapa en testmetod, eftersom den skadegenererande faktorn delvis är okänd. Bristen på krockprovskriterier avspeglar sig också i bilparken, där riskskillnaden mellan olika modeller är stor.



Anders Kullgren
anders.kullgren@folksam.se

Nya resultat från verkliga olyckor i bilar

utrustade med "svarta lådor" visar ett starkt samband mellan de krafter som verkar i krockfasen och risken för whiplashskada. Materialet visar omfattningen hur krockvåld förklarar olika skadeutfall, dessutom skapas möjligheter att utveckla en valid testmetod baserat på tröskelvärden för skada-icke skada.

Inledning

Bilars krockssäkerhet har förbättrats radikalt de senaste decennierna. Risken för invaliditet vid olika typer av personskador har överlag minskat drastiskt. I en jämförelse mellan bilar konstruerade i början av 80-talet och slutet av 90-talet har risken för skall- och benskada minskat med ca 70% (1). Det beror sannolikt främst på att krockkudde och övrig säkerhetsutrustning blivit standard, samtidigt som bilkupén hålls intakt i högre hastigheter än tidigare.

Däremot har endast ett fåtal biltillverkare nämnvärt åtgärdat bilens konstruktion i syfte

att förebygga whiplashskador. Under 80-talet lanserades s.k. nackskydd eller huvudstöd. De har visat sig ha en relativt låg skyddseffekt (2,3). Andra nya konstruktioner tycks ha ökat risken för whiplashskada.

Av alla personskador, som inträffar i bilkollisioner i Sverige, representerar whiplashskador, som leder till medicinsk invaliditet,

Med.dr **Maria Krafft** är biträdande forskningschef på Folksam och docent **Anders Kullgren** är forskningschef på Folksam.

Vid Svenska Försäkringsföreningens personskadeseminarium den 17 oktober 2001 redovisade Maria Krafft huvuddragen i denna artikel.

över 65% (4). I slutet på 70-talet var motsvarande andel knappt 30% (5). Ökningen beror delvis på att andra personskador minskat men också på att den absoluta andelen whiplashskador ökat över tid, enligt flera studier i Sverige och andra länder (6,7).

Ungefär hälften av whiplashskadorna inträffar vid påkörning bakifrån men de förekommer i alla kollisionsriktningar, cirka en tredjedel i frontala kollisioner (8,4). I denna artikel fokuseras skaderisken vid påkörning bakifrån.

I slutet av 80-talet fick bilarna en styvare/starkare stolskonstruktion för att hålla de åkande på plats vid kollisioner i högre hastigheter. Detta verkar dock ha ökat risken för whiplashskador i lågfartskollisioner bakifrån (9). En starkare stolskonstruktion överför krockvåldet till den åkande i större utsträckning än en vekare stol. De äldre stolarna deformeras och kollapsar lättare vid en sammanstötning. Krockkrafterna överförs därmed inte fullt ut till den åkande utan fångas upp av stolen (10,11,12). Håland med kolleger (13) reproducerade bakändeskollisioner med en Opel Corsa A och en Peugeot 205, efter att ha skiftat passagerarstolarna fram. Enligt data från verkliga olyckor var nackskaderisken dubbelt så hög i Opeln jämfört med Peugeotten. Krockproven visade att dockorna i bilarna utsattes för skilda accelerationsnivåer i nacken, vilket orsakats av bilstolens konstruktion – inte av bilarnas struktur baktill.

Krockvåldets inverkan på nackskaderisken

När krockvåld definieras som hastighet, km/h, är det viktigt att skilja på färdhastighet före kollision och hastighetsändring i krockögonblicket. Om en bil, som står stilla, blir påkörd bakifrån i 25km/h av en annan bil som väger lika mycket, utsätts den påkörda bilen av en hastighetsändring på ca 15km/h. Kollisionen mildras av att den påkörda bilen förflyttas

framåt, samtidigt som deformationen av bilarnas strukturer "äter energi". Krockvåldet i kollisionsogonblicket är avgörande för skadefallet och ska inte förväxlas med färdhastigheten.

Det finns få studier som studerat sambandet mellan krockvåldet i olyckan och risken för whiplashskada eftersom det är svårt att mäta det våld bilen/bilarna utsatts för. I brist på annat används olika kalkyleringsprogram för att försöka fastställa hastighetsändringen (t.ex. CHRASH3, SMASH, PC-CRASH). Men risken för mätfel är stor (14). Oftast har man inte tillgång till noggranna bilspecifika styvhetsparametrar för olika modeller. Dessutom blir det slumpmässiga fel vid deformationsmätningarna och man känner oftast inte till krockvinklar och andra parametrar med tillräcklig noggrannhet. Två likadana bilar som utsatts för samma hastighetsändring, kan ha helt skilda deformationer. Träffas hårdare struktur, såsom rambalkar, blir deformationen mindre, i vissa fall ej synbar, jämfört med om mjukare partier aktiverats. Dessutom spelar elastiska egenskaper i bilens struktur en än mer avgörande roll vid låga hastigheter, vilket innebär att krockvåldet riskeras att underskattas (15,16).

För att öka kvalitén på mätdata från verkliga olyckor har vissa bilar på senare tid utrustats med accelerometrar, vilka mäter bilens accelerationskrafter under krockfasen och därmed hastighetsändringen. Folksam har sedan början av 90-talet utrustat bilar med "svarta lådor" (14).

Resultat från bilar med krockpulsmätare – svarta lådor.

Folksam har utrustat drygt 150 000 bilar med "svarta lådor", s.k. krockpulsmätare, för att kunna analysera sambandet mellan krockvåld och personskada. Sedan 1995 har 40 000 av bilarna en krockpulsmätare, som utöver frontalkollisioner även registrerar kollisioner

Tabell 1. Genomsnittliga krockvåldsvärden för olika skadeklassificeringar (17).

Skadeklassificering	Kategori	Antal åkande	Hastighetsändring (km/h)	Medelacceleration (g)	Max acceleration (g)
Alla		94	10,4 +/- 2,0	3,6 +/- 0,3	7,9 +/- 0,7
Rapporterade	Oskadade	53	7,7 +/- 1,2	3,0 +/- 0,3	6,7 +/- 0,7
	Anmält nackbesvär	41	13,9 +/- 2,6	4,4 +/- 0,4	9,5 +/- 1,0
Symptomlängd	Symptom < 1 månad	26	10,3 +/- 2,1	3,9 +/- 0,5	8,7 +/- 1,3
	Symptom > 1 månad	15	20,0 +/- 4,8	5,3 +/- 0,6	10,8 +/- 1,4
	Symptom > 6 månader	11	20,7 +/- 6,2	5,5 +/- 0,7	11,1 +/- 1,6

bakifrån. Resultaten från 94 förare och fram-sättespassagerare i 66 kollisioner bakifrån redovisas i tidskriften *Traffic Injury Prevention* juni 2002 (17). Nedan följer ett sammandrag.

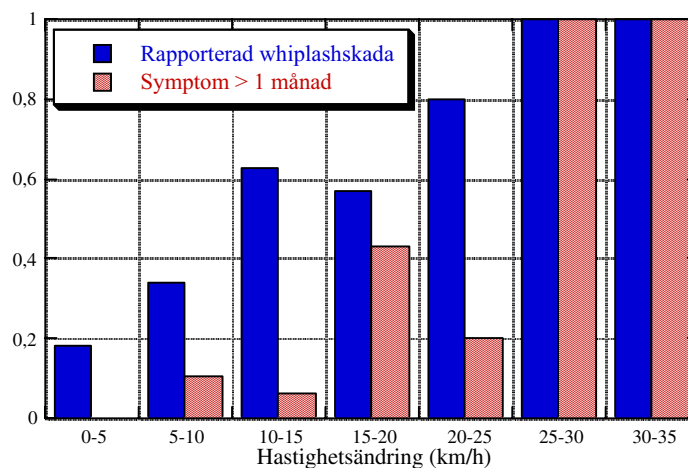
I studien delas whiplashskadorna in i fyra olika skadekategorier: oskadad, symptom mindre 1 månad, symptom mer än 1 månad och symptom mer än 6 månader. Flertalet åkande som hade kvarvarande besvär efter 1 månad, hade också symptom efter 6 månader. I gruppen "besvär mindre än 1 månad", tillfrisknade de flesta inom 2 veckor.

I tabell 1 visas genomsnittliga krockvåldsvärden för oskadade och åkande med kvarstående besvär. Både den genomsnittliga hastig-

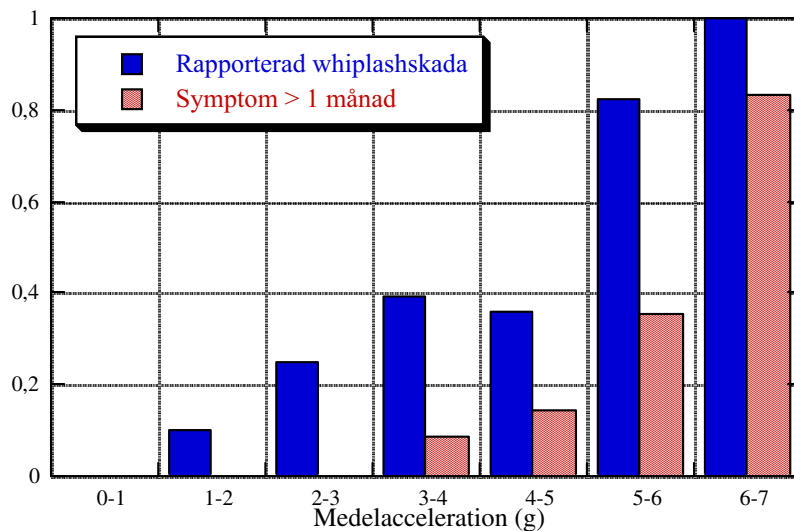
hetsändringen och medelaccelerationen var signifikant högre i kollisioner där de åkande hade kvarvarande whiplashsymptom mer än 1 månad, jämfört med de andra skadekategorierna "oskadade" och "symptom mindre än 1 månad". Oskadade utsattes för en genomsnittlig hastighetsändring av ca 8 km/h. För åkande med symptom mindre än 1 månad och mer än 6 månader, var hastighetsändringen ca 10 respektive 21 km/h.

Studien visar bl.a. sambandet mellan whiplashsymptom för olika durationer och hastighetsändring och medelacceleration, se figur 1 och 2. Det är bättre korrelation mellan skaderisk och medelacceleration än för hastighets-

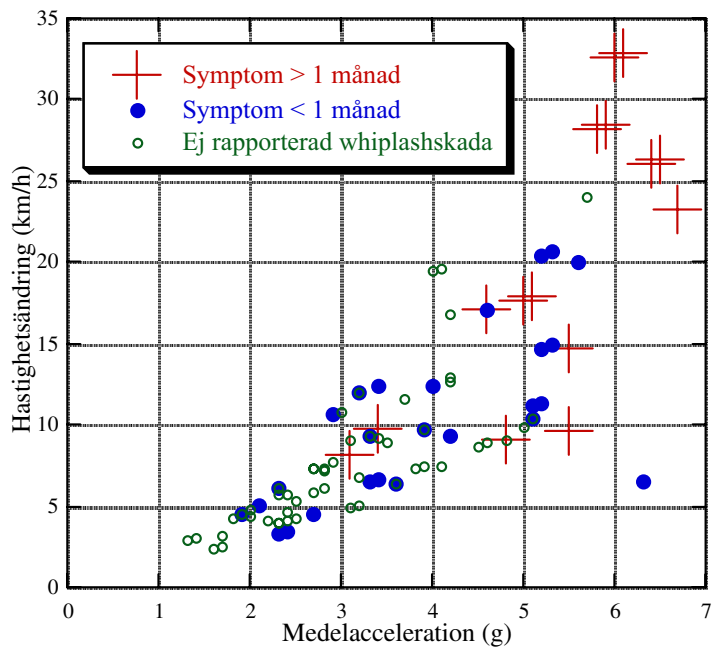
Figur 1. Skaderisk för olika intervaller av hastighetsändring (17).



Figur 2. Skaderisk för olika intervaller av medelacceleration (17).



Figur 3. Medelacceleration mot hastighetsändring för oskadade, åkande med kvarvarande symptom mindre än och mer än 1 månad. (17)



ändring. När medelaccelerationen var 3g eller lägre, hade ingen av de 94 åkande kvarvarande symptom efter 1 månad. Över 4.5g var skaderisken 50% (symptom >1 månad) och vid 6g eller högre ådrog sig över 80% whiplashbesvär mer än 1 månad. Vid hastighetsändringar under 15 km/h fick 6% av de åkande kvarvarande besvär mer än 1 månad och vid 17 km/h eller mer hade 55% kvarvarande besvär mer än 1 månad.

I figur 3 visas medelaccelerationen och hastighetsändringen för varje enskild åkande i kollisioner som ledde till: ingen skada, symptom mindre än och symptom mer än 1 månad. Även här åskådliggörs att de med besvär mer än 1 månad förekom över ett stort spektrum vad gäller hastighetsändring medan de var väl samlade vid de högre accelerationsnivåerna.

Diskussion

Det finns troligtvis flera förklaringar till att andelen whiplashskador ökat sedan 70-talet. Bl.a. har kunskapen om skadan och dess samband med bilkollisioner ökat och därmed andelen accepterade och registrerade skador. Kvinnor har blivit mer exponerade i trafiken och risken för bestående besvär är betydligt högre för kvinnor än för män (18,19). Nyare bilar har blivit avsevärt bättre att skydda mot de flesta personsador (20,1) men sämre för whiplashskador (9,1). Det senare beror troligen på konstruktionen av bilstolen, men det kan inte uteslutas att styvare struktur både i fronten och i bakpartiet på bilen har betydelse. Fokuseringen på att hålla reparationskostnaderna nere kan ha inneburit minskad deformationszon av bilar, vilket sannolikt är negativt för risken av whiplashskada.

Påkörning bakifrån är främst en tätorts-skada, där dominerande andelen sker vid rödljus, vänstersväng och rondeller; trafiksituationer som är svåra att bygga bort i vägnätet. Dock inträffar kollisionerna i relativt låga hastigheter, vilket ökar möjligheten att med

effektivare preventiva lösningar i bilen förebygga whiplashskadan. Det finns, sedan några år tillbaks, ett antal mer avancerade whiplashsystem på marknaden (21,22) men de är ännu inte tillräckligt utvärderade i verkliga olyckor. Resultaten ger förhoppningsvis vägledning till det system som är mest framgångsrikt.

Även om information finns om den egna bilens och motpartens deformationer i en bil-bil-kollision, är mätnoggrannheten begränsad. Det finns datasystem som uppskattar krockvåldet i en kollision, uttryckt i hastighetsändring i krockögonblicket, bl.a. baserat på de inblandade bilarnas deformationer och bilvikt (ex CRASH3, SMASH, PC-CRASH). I vissa länder används metoden i försäkrings-sammanhang för att försöka utesluta bedrägerier. I de fall där personskada ifrågasätts, vilket ofta gäller kollisioner i låga hastigheter, under 15 km/h i hastighetsändring, är mätnoggrannheten låg. Ju lägre hastigheter, desto sämre mätnoggrannhet (Kullgren 1998).

Exemplet nedan illustrerar svårigheten med att uppskatta hastighetsändringen. I en krockprovsserie där två likadana bilmodeller med och utan dragkrok testades, utsattes båda bilarna för en hastighetsändring av 15km/h (påkörningshastighet 25km/h). (23) Bilen utan dragkrok fick tydliga deformationer baktill, medan bilen med dragkrok inte hade några deformationer alls. Bilarna utsattes för samma hastighetsändring men skilda accelerationsnivåer. Med risk för stora mätfel vid rekonstruktioner av lågfartskrocker är det tveksamt att använda metoden för att fastställa skada/ej skada.

Resultaten från bilar utrustade med krockpuls-mätare visar att det finns ett starkt samband mellan krockvåld och skaderisk. Över vissa medelaccelerationsnivåer, ca 5g, var skaderisken mer än 50%. Även om det finns ett samband mellan hastighetsändring och skaderisk, är det en sämre korrelation jämfört med medelaccelerationen. Det fanns fall där

whiplashrelaterade symptom varade mer än 1 månad, även när hastighetsändringen var lägre än 10 km/h, genom att medelaccelerationen var relativt hög. Å andra sidan, kvarvarande besvär vid det motsatta förhållandet – låg medelacceleration och hög hastighetsändring – var mycket ovanligt. Att enbart använda hastighetsändring som indikator för whiplashskada, är olämpligt.

Det är mer eller mindre omöjligt att objektivt fastställa en whiplashskada, vilket gör att skadans existens ibland ifrågasätts. Om den främsta anledningen till skada berodde på bedrägeri, skulle inget samband ses mellan krockvåld och symptomlängd. De stora riskskillnader (faktor 4) som finns mellan olika bilmodeller skulle heller inte kunna mätas (9). Resultaten från krockpulsmätarna visar tydligt att teorier om att whiplashskadans symptom främst är korrelerad till personligheten hos de drabbade, måste kraftigt ifrågasättas. Därmed inte sagt att långtida konsekvenser av skadan kan variera med andra faktorer.

Än finns stora variationer i hur väl en bil skyddar mot whiplashskador. Inga lagkrav eller konsumenttester reglerar/påverkar utvecklingen, men ISO-standard och lagförslag är under bearbetning. Förhoppningsvis utökar konsumenttestet Euro-Ncap (www.euroncap.com) sina krockprovsserier till att även omfatta påkörning bakifrån. Där bör bilstolens skyddseffekt utvärderas och vägas in i rankingen av bilens totala säkerhet. Det blir ett viktigt steg. Tidigare erfarenheter visar att bilindustrin snabbt anpassar sig till konsumenttestets kriterier, eftersom säkerhet är ett viktigt säljargument. Att det ännu inte införts beror främst på problemet att skapa en valid testmetod.

Studien av krockpulsmätarna ger ett signifikant bidrag, inte bara till omfattningen hur krockvåld förklarar olika skadeutfall för långtida besvär vid påkörning bakifrån, utan också möjligheten att utveckla en valid testmetod.

Genom att materialet visar tröskelvärden för icke skada, korttida och mer långtida konsekvenser, borde det vara relativt enkelt att extrahera krockvåldet för när skada respektive icke skada inträffar för en given bilstolsflotta. Utifrån detta perspektiv verkar det onödigt att fördröja utvecklingen av valida testmetoder, som kan diskriminera effektiva skyddssystem från mindre effektiva.

Referenser

1. Kullgren A, Krafft M, Ydenius A. Developments in car safety with respect to disability - injury distributions for car occupants in cars from the 80's and 90's. Proc. IRCOBI Conf. München, September 2002.
2. Kahane CJ. (1982). An Evaluation of Head Restraints – Federal Motor Vehicle Safety Standard 202. NHTSA technical Reprint DOT HS-806 108. National Technical Information Service, Springfield, VA.
3. Nygren Å, Gustafsson H, Tingvall C. (1985). Effects of Different Types of Headrests in Rear-End Collisions. 10th International Conference on Experimental Safety Vehicles pp 85-90, NHTSA, USA.
4. Krafft M. Non-Fatal Injuries to Car Occupants – Injury assessment and analysis of impacts causing short- and long-term consequences with special reference to neck injuries, DrThesis, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden, 1998.
5. Nygren, Å. (1984). Injuries to Car Occupants – Some Aspects of the Interior Safety of Cars. Akta Oto-Laryngologica, Supplement 395, Almqvist & Wiksell, Stockholm, Sweden. ISSN 0365-5237
6. Morris A P, Thomas P (1996). A Study of Soft Tissue Neck Injuries in the UK. Proc. ESV conference Melbourne Australia. Paper No 96-S9-O-08.

7. Holm L, Cassidy JD, Sjögren Y, Nygren Å. Impairment and work disability due to whiplash injury following traffic collisions. *Scand J Public Health* 1999;2:116-123.
8. Galasko C S B, Murray P M, Pitcher M, Chambers H, Mansfield M, Madden M, Jordan C, Kinseela A and Hodson M (1993). Neck Sprains after Road Traffic Accidents. A modern epidemic. *Injury* Vol. 24 no 3 pp 155-157.
9. Krafft M (2002a). When do AIS 1 Neck Injuries result in Long-Term Consequences; Vehicle and Human Factors. *Traffic Injury Prevention* 3(2): xx-yy, 2002.
10. Foret-Bruno, J.Y.; Dauvilliers, F. : Tarriere, C.; P. Mack (1991): Influence of the Seat and Head Rest Stiffness on the Risk of Cervical Injuries in Rear Impact. Proc. 13th ESV Conf. in Paris, France, paper 91-S8-W-19, NHTSA, USA, DOT HS 807 991, pp. 968-974
11. Parkin, S.; Mackay, G.M.; Hassan, A.M.; Graham, R. (1995):Rear End Collisions and Seat Performance – To Yield or Not to Yield. Proc. 39th annual AAAM, pp. 231-244.
12. Boström O, Krafft M, Aldman B, Eichberger A, Fredriksson R, Håland Y, Lövsund P, Stefan H, Svensson M Y and Tingvall C (1997). Prediction of Neck Injuries in Rear Impacts Based on Accident Data and Simulations. Proc. IRCOBI Conference, Hannover, Germany. pp 251-264.
13. Håland Y,Lindh F, Fredriksson R, Svensson M (1996). The influence of hte Car Body and the Seat on the Loading of the Front Seat Occupant's Neck in Low Speed Rear Impacts. Proc of the 29th ISATA Conf. Florence, Italy, June. Paper no 96SAF020
14. Kullgren A (1998) Validity and Reliability of Vehicle Collision Data: Crash Pulse Recorders for Impact Severity and Injury Risk Assessments in Real-Life Frontal Impacts. Thesis for the degree of Doctor in Medical Science, Folksam, 106 60 Stockholm, Sweden.
15. Romilly DP, Thomson RW, Navin FPD, Macnabb MJ. Low Speed Rear Impacts and the Elastic Properties of Automobiles. Proc Twelfth Int Techn. Conf. Experimental Safety Vehicles, US Dept. Of Transp. NHTSA, USA, 1199-1205; 1989.
16. Lenard J, Hurley B, Thomas P. The Accuracy of Crash3 for Calculating Collision Severity in Modern European Cars, Proc. 16th Int. Techn. Conf. on ESV, Paper No. 98-S6-O-08, Windsor, Canada, 1998.
17. Krafft M, Kullgren A, Ydenius A, Tingvall C. (2002). Influence of crash pulse characteristics on whiplash associated disorders in rear impacts – crash recording in rear life crashes. *Traffic Injury Prevention* 3(2): xx-yy, 2002.
18. Otremski, I.; Marsh, J.L.; Wilde, B.R.; McLardy Smith, P.D.; Newman, R.J. (1989): Soft Tissue Cervical Spinal Injuries in Motor Vehicle Accidents. *Injury*, Vol. 20, pp. 349-351.
19. Berglund A, Alfredsson L, Jensen I, Bodin L, Nygren Å. Occupant- and crash-related factors associated with the risk of whiplash injury. *Ann. Epidemiol* (in press) 2002.
20. Larsson P, Lie A, Tingvall C. 'Safety development in modern cars as seen in real-life accidents'. Pres Crash-Tech Special. TUV. Munich 1998.
21. Viano CD, Olsen S. The Effectiveness of Active Head Restraint in Preventing Whiplash. *J. Trauma* 2001;51:959-969.
22. Jacobsson L, Lundell B, Norin H, Isaksson-Hellman I (2000). WHIPS – Volvo's whiplash protection study. *Accident Analysis and Prevention* 32 (2000) 307-319.
23. Fredriksson R, Autoliv Research rapport ALR802 "Car-to-car rear impact low velocity tests – a study of the influence of the tow hook to the front seat dummy neck load", 1998.