Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

STATISTIK OCH ANALYS

# Barn, fallskador och anslagsytans hårdhet

## – skadestatistik, forskningsläget och möjlig studiedesign

# Barn, fallskador och anslagsytans hårdhet

– skadestatistik, forskningsläget och möjlig studiedesign

Barn, fallskador och anslagsytans hårdhet
– skadestatistik, forskningsläget och möjlig studiedesign

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

Kontaktperson:
Jan Schyllander, 010-240 56 66

Layout: Advant Produktionsbyrå AB

Publikationsnummer: MSB621 - november 2013
ISBN: 978-91-7383-393-6

# Innehållsförteckning

**Förord** ..... **5**

**Sammanfattning** ..... **7**

**Inledning** ..... **11**

**De små barnens fallskadeepidemiologi** ..... **15**

Diskussion och slutsatser ..... 24

**Forskning om fallskador bland barn och anslagsytans betydelse** ..... **27**

Metod ..... 28

*Laboratoriestudier med dockor* ..... *28*

*Studier baserade på verkliga händelser* ..... *31*

*Slutsatser* ..... *32*

**Studiedesign** ..... **37**

Frågeställning ..... 37

Syfte ..... 37

Metodologisk orientering ..... 37

Teoretiska överväganden ..... 38

Praktiska överväganden ..... 39

Slutsatser ..... 41

**Referenser** ..... **43**

# Förord

Under det senaste decenniet har ett antal rapporter publicerats av MSB och tidigare Räddningsverket där det konstaterats att antalet små barn som lagts in på sjukhus i så kallad slutenvård efter olyckor har ökat markant. Ett antal studier har genomförts och flera olika hypoteser (till exempel shaken babies) har framförts för att sedan förkastas.

Ytterligare en hypotes som framförts är om ökningen kan ha samband med en likaledes konstaterad ökning av andelen hårda (klinker, kakel) golv i våra bostäder. För att närmare undersöka bärkraften hos denna hypotes har denna förstudie genomförts.

Förstudiens syfte har varit att

- närmare kartlägga fallskadornas epidemiologi bland barn, särskilt bland de yngsta,
- sammanställa kunskapsläget inom området utifrån publicerad forskning,
- bedöma hur en fullskalestudie skulle kunna läggas upp, ägnad att besvara den aktuella forskningsfrågan.

En ökad andel hårda golv skulle samtidigt kunna förklara en del av de svåra fallskador som drabbar äldre människor i ökande utsträckning.

Studien har genomförts av Johanna Gustavsson, Staffan Janson och Ragnar Andersson vid Karlstads universitet, centrum för personsäkerhet, samt Jan Schyllander, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

# Sammanfattning

Detta projekt grundas i ett konstaterande att fallskador bland små barn som leder till sjukhusinläggning ökat markant i Sverige sedan ett par decennier. Frågan har väckts om detta kan ha samband med en likaledes konstaterad ökning av andelen hårda golv i våra bostäder. För att närmare undersöka bärkraften hos denna hypotes har en förstudie genomförts.

Förstudiens syfte har varit att

- närmare kartlägga fallskadornas epidemiologi bland barn, särskilt bland de yngsta,
- sammanställa kunskapsläget inom området utifrån publicerad forskning,
- bedöma hur en fullskalestudie skulle kunna läggas upp, ägnad att besvara den aktuella forskningsfrågan.

Den epidemiologiska kartläggningen bekräftar att slutenvårdade fallskador ökar över tid för barn upp till tvåårsåldern medan någon motsvarande ökning inte kan konstateras för högre åldrar. Ökningen motsvaras av en till synes ännu kraftigare ökning av inflödet av fallskadade småbarn till landets akutmottagningar. Kvoten mellan inlagda i förhållande till antalet öppenvårdade används ibland som ett grovt mått på allvarlighetsgrad. Denna förefaller snarare ha minskat än ökat under perioden. Det sker också en minskning av andelen små barn diagnosticerade för hjärnskakning bland slutenvårdsfallen medan ökningen främst gäller ytliga skallskador. Den sammantagna bilden är därför komplex. Det kan inte uteslutas att förändrade golvmaterial påverkat skadeutvecklingen, men en alternativ hypotes kring ökad oro bland unga föräldrar som innebär att man oftare söker vård framstår också som tänkbar. Denna stöds av indikationer på minskad allvarlighet hos de fall som kommer till öppenvården. Mot detta kan emellertid hävdas att sjukhusen samtidigt utvecklat en strängare praxis när det gäller inläggning samt förfinat sina diagnostiska instrument vilket lett till att en tidigare förmodad överdiagnosticering för hjärnskakning minskat. Den sjunkande

inläggningsfrekvensen i förhållande till öppenvårdsbesöken resp. diagnosticeringen för hjärnskakning kan således även ha andra förklaringar. Slutsatsen blir att analysen inte ger något entydigt stöd för varken den ena eller den andra hypotesen.

Litteraturgenomgången visar att området är sparsamt utforskat. En näraliggande fråga som tilldragit sig större intresse är hur skallskador genom avsiktligt våld diagnostiskt kan skiljas från olycksfallsskador bland små barn. När det gäller olycksfall och underlagens beskaffenhet finns en handfull laboratorie- resp. epidemiologiska studier vardera publicerade. Vid laboratoriestudier har man vanligen låtit en docka med mätutrustning falla mot olika underlag varvid krafter kunnat uppmätas. Studierna visar att anslagsytans eftergivlighet påverkar absorptionen av energi från fallet. Det är dock främst när anslagsytan är riktigt mjuk, t ex madrass, som man sett skillnader i inbromsningen av kraften mot huvudet. De epidemiologiska studierna är få och visar inte något entydigt samband mellan anslagsytans hårdhet och skadeutfallet. Tre av fyra studier indikerade emellertid en minskad skaderisk vid mjukare underlag vid fall från våningssäng resp. i trappa och i samma plan.

Vill man få ett noggrannare svar på ursprungsfrågan måste man således genomföra en riktad studie. Här kan olika alternativ övervägas med varierande för- och nackdelar. I rapporten ges förslag på möjliga tillvägagångssätt.

# Inledning

# Inledning

Att barn faller är naturligt och ett led i den motoriska utvecklingen och de flesta fall leder inte till någon skada. I en stor enkätundersökning från England rapporterade föräldrar till barn under 6 månader att 53 % fallit från möbler och att 12 % hade tappats. Av de som föll fick 14 % en synlig skada, färre än 1 % fick fraktur eller hjärnskakning (Warrington, Wright et al. 2001). Allvarlig skada som följd av att barn faller i samma plan eller från låg höjd är ovanligt (Lyons, Oates 1993, Bertocci, Pierce et al. 2004, Thompson, Bertocci et al. 2011, Haney, Starling et al. 2010). Uppskattningsvis omkommer mindre än en på miljonen av de barn under fem år som skadas av ett fall från låg höjd (Chadwick, Bertocci et al. 2008). Även fall i trappa är vanligt men resulterar sällan i allvarliga skador (Chiaviello, Christoph et al. 1994, Joffe, Ludwig 1988, Huntimer, Muret-Wagstaff et al. 2000). Många menar därför att om fall anges som orsak till allvarlig skada, även fall i trappa, ska misstanke om övergrepp väckas (Lyons, Oates 1993, Pierce, Bertocci et al. 2005).

Det finns speciella omständigheter som ökar risken för att barnet ska skadas vid fall. På senare år har lekstolar (även benämnda gåstolar) för små barn visat sig vara förknippade med ökad skaderisk. I Konsumentverkets granskning framgår att uppskattningsvis 350 till 400 barn skadas årligen vid användande av lekstol. Speciellt stor är risken för skada om barnet faller ner för en trappa med lekstolen (KoV 2009). För barn i förskola är den vanligaste utlösande produkten fasta lekredskap utomhus men det som orsakar skadan, den orsakande produkten, är underlaget som barnet landar på (Björnstig 2001).

Även om Konsensus råder kring att ett fall sällan orsakar allvarligare skador så är fall den vanligaste skademekanismen för de barn som söker vård på akutmottagning eller blir inlagda på sjukhus till följd av olycka. Hela 93 000 barn, eller 45 procent av samtliga skadefall bland barn som årligen behandlas på akutmottagning, är orsakade av fall (SoS. Socialstyrelsen 2011). De senaste tio åren finns det tecken på att små barn allt oftare blir inlagda på sjukhus efter en fallskada. Orsakerna till detta är okända och trenden går emot skadetrenden i övrigt som visar på en minskning.

Denna rapport är indelad i tre delar; först en epidemiologisk kartläggning av fallskador hos barn med fokus på de yngsta, efter det en beskrivning av aktuellt forskningsläge och sista delen utgör ett resonemang kring tänkta studiedesigner för att söka förklaringar till ökningen av fallskador bland små barn.

# De små barnens fallskadeepidemiologi

# De små barnens fallskadeepidemiologi

För befolkningen i stort är fallolyckor den olyckstyp eller skademekanism som leder till flest dödsfall, flest antal inläggningar på sjukhus och flest antal besök på akutmottagningar. Under 2011 omkom 1 600 personer i fallolyckor, över 70 000 blev inlagda i sluten sjukhusvård och nästan 240 000 uppsökte ett akutsjukhus efter att ha skadats i fallolyckor.

Även bland barn och ungdomar är fallolyckor mycket vanliga. Dödsfall är dock ovanliga. Under perioden 2007–2011 har sammanlagt 8 barn (0–17 år) avlidit till följd av fallolyckor vilket ger ett genomsnitt på 1,6 per år. Under perioden 1972–1976 avled 45 barn vilket ger ett genomsnitt på 9 per år. Antalet dödliga fallolyckor bland barn har alltså minskat rejält.

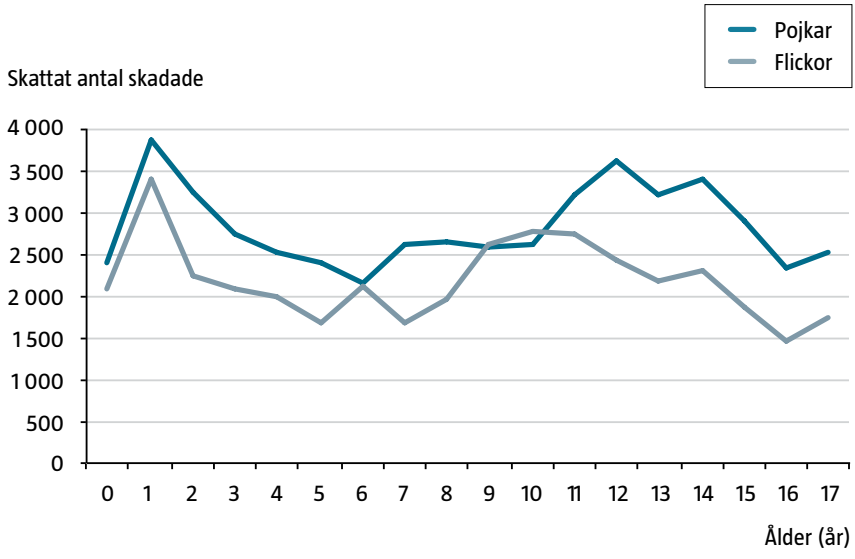
Dödsfall är ovanliga men skador till följd av fallolyckor bland barn är vanligt. Under 2007–2011 vårdades 45 640 (4,7 per 1000) barn i slutenvård för skador de fått i fallolyckor. Det ger ett genomsnitt på drygt 9 100 per år. Under perioden 1987–1992 var motsvarande siffra 41 274 vilket ger ett genomsnitt på 8 250 (4,4 per 1 000) per år.

Antalet sjukhusinlagda barn till följd av fallolyckor har alltså ökat under de senaste decennierna. Eftersom fallskadornas förekomst och allvarlighetsgrad är så starkt åldersrelaterade kan det vara intressant att jämföra fallskadesituationen bland barn med motsvarande uppgifter för hela befolkningen, särskilt vad avser proportionerna mellan skador av olika allvarlighetsgrad. Tabell 1 ger en jämförelse både i absoluta tal och i antal skador per dödsfall (slutenvårdade respektive öppenvårdade) baserad på genomsnittsvärden för åren 2007–2011. Jämför man de absoluta siffervärdena i tabellen horisontellt kan konstateras att drygt 30 % av öppenvårdsfallen gäller barn medan motsvarande siffra för slutenvårdsfallen bara är ca 13 %. Ser vi till dödsfallen är det endast 1 promille av fallen i befolkningen som gäller barn. Resten gäller vuxna och framför allt äldre. Det är alltså en betydande skillnad i allvarlighetsgrad mellan åldrarna.

| | BARN Z 0–17 | | SAMTLIGA ÅLDRAR | |
|---|---|---|---|---|
| | Antal | Per dödsfall | Antal | Per dödsfall |
| Omkomna | 1,6 | 1 | 1600 | 1 |
| Slutenvårdade | 9100 | 5700 | 70000 | 44 |
| Öppenvårdade | 80000 | 50000 | 240000 | 150 |

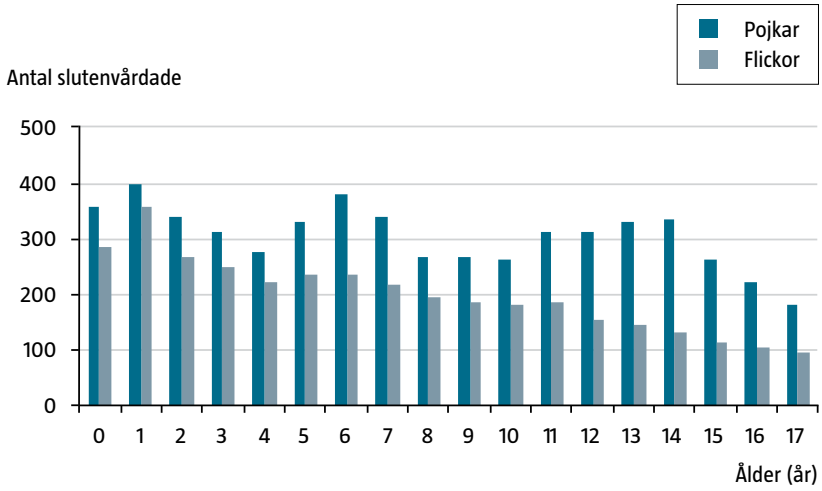
***Tabell 1.*** *Översiktlig jämförelse av fallskador bland barn i förhållande till befolkningen som helhet. Sifforna är avrundade och vad gäller barn baserade på genomsnitt för åren 2007–2011. Kolumnen "per dödsfall" redovisar hur många slutenvårdsfall resp. öppenvårdsfall det går på varje dödsfall, statistiskt sett (s.k. "skadepyramid").*

Årligen uppsöker nästan 80 000 barn en akutmottagning efter att ha skadats i fallolyckor. Av dessa är 55 procent pojkar 45 procent flickor. Som framgår av figuren nedan är ettåriga barn de vanligaste patienterna för båda könen (figur 1).



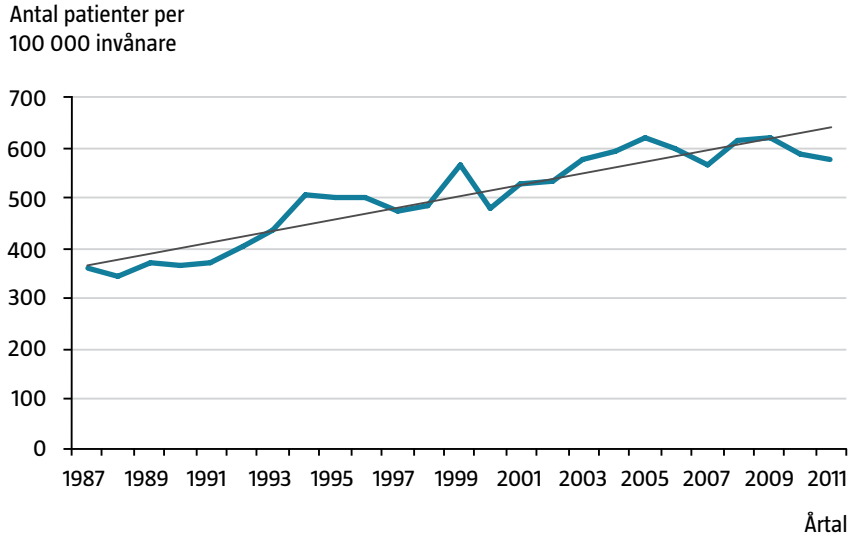

***Figur 1.*** *Skattat antal skadade barn till följd av fallolyckor efter ålder och kön, skattade tal. Källa: IDB Sverige, Socialstyrelsen.*

Åldersfördelningen bland dem som blir inlagda efter fallskada (figur 2) liknar i stort den som gäller öppenvård för fallskada. Nivåerna ligger dock betydligt lägre.

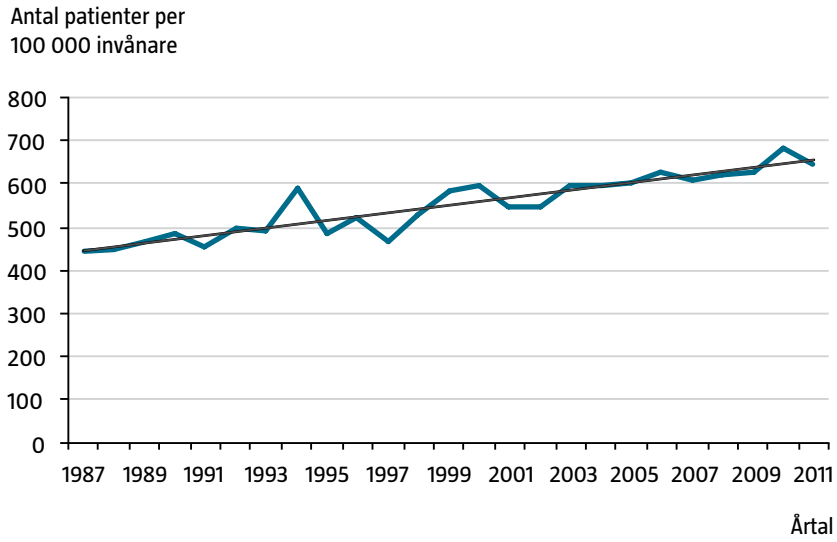



***Figur 2.*** *Antal slutenvårdade barn till följd av fallolyckor efter ålder och kön. Källa: Patientregistret 2011, Socialstyrelsen.*

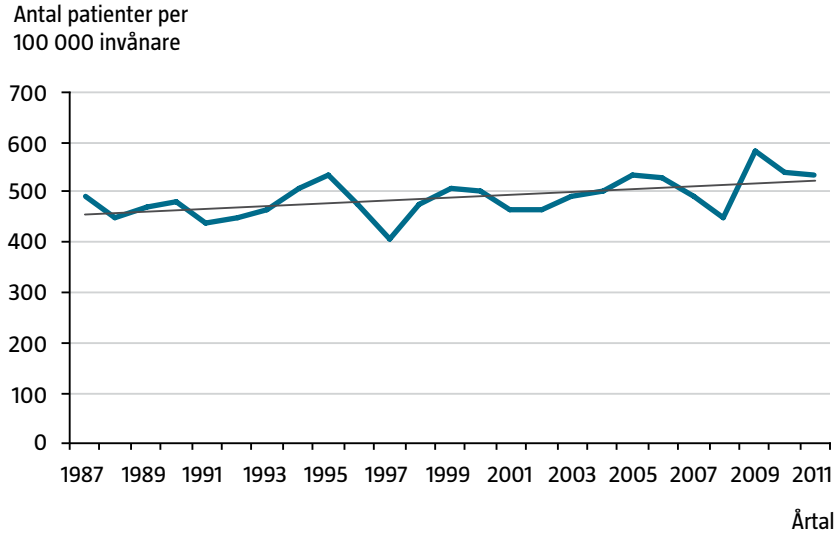
Det har under de senaste 25 åren blivit allt vanligare att små barn blir inlagda för en skada orsakad av ett fall (figur 3–5). Övriga typer av skador har minskat för noll-, ett- och tvååringar.




***Figur 3.*** *Skadeutvecklingen för spädbarn (< 1 år) per 100 000 invånare till följd av fallolyckor 1987–2011. Källa: Patientregistret, Socialstyrelsen.*

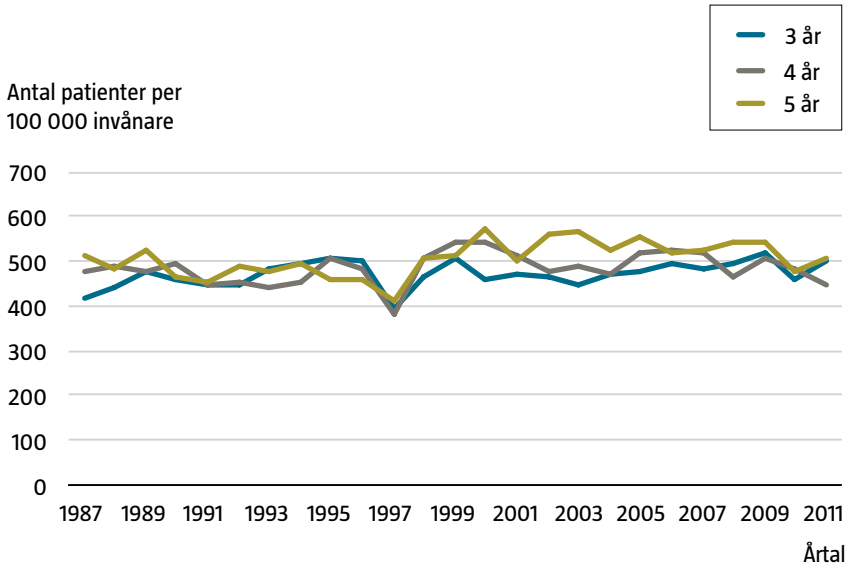



***Figur 4.*** *Skadeutvecklingen för ettåringar per 100 000 invånare till följd av fallolyckor 1987–2011. Källa: Patientregistret, Socialstyrelsen.*




***Figur 5.*** *Skadeutvecklingen för tvååringar till följd av fallolyckor per 100 000 invånare 1987–2011. Källa: Patientregistret, Socialstyrelsen.*

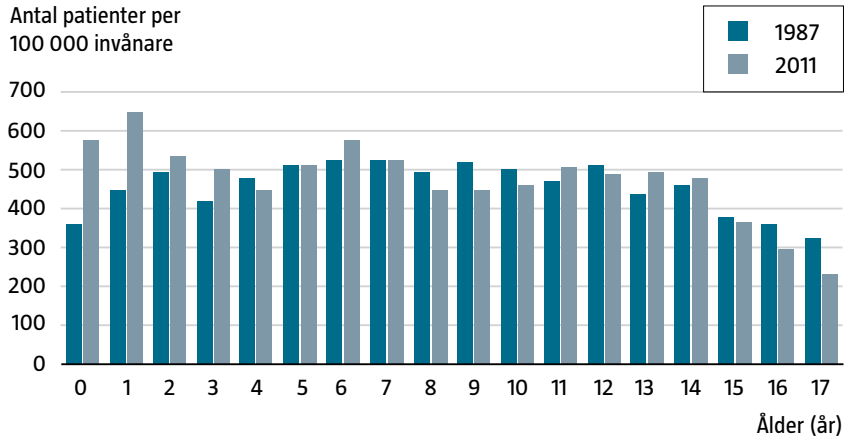
För tre-, fyra- och femåringar har inte samma ökning skett (figur 6).




***Figur 6.*** *Skadeutvecklingen för tre-, fyra- och femåringar till följd av fallolyckor per 100 000 invånare 1987–2011. Källa: Patientregistret, Socialstyrelsen.*

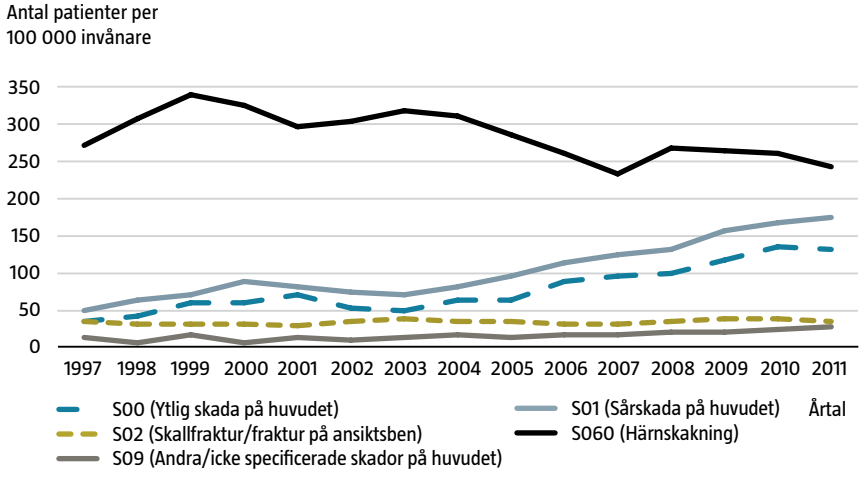
Den nedgång som visar sig runt 1996–1997 beror på bytet från kodningssystemet ICD 9 till ICD 10. I samband med bytet skedde en tillfällig nedgång (bortfall) i registrering av så kallade yttre orsak och det dröjde ett par år innan registreringen återkom till samma nivå som tidigare.

Ser man till alla åldrar bland barn, dvs. spannet 0–17 år, kan konstateras att det under 25-årsperioden skett en viss förskjutning av i panoramat mot yngre åldrar (figur 7). Medan skadorna minskat bland äldre barn har de ökat bland de yngsta.



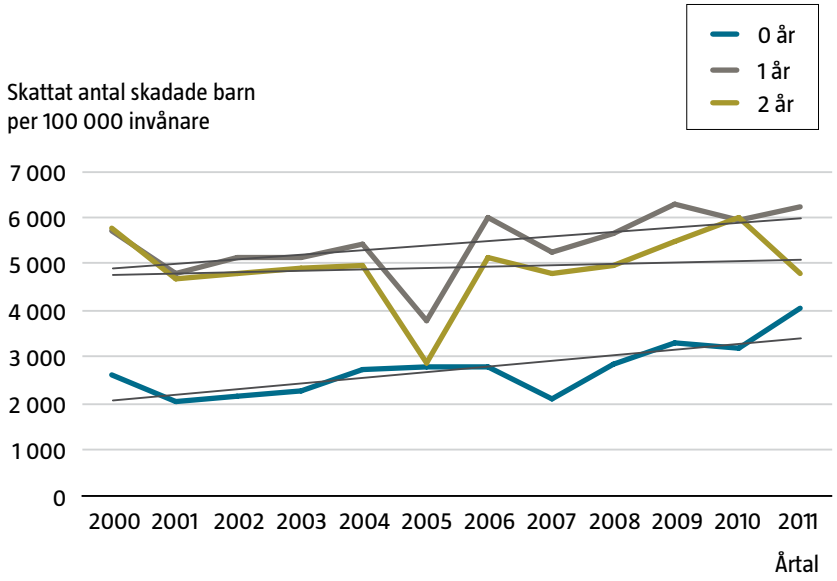

*Figur 7. Antal slutenvårdade barn till följd av fallolycka/100 000 efter ålder. Jämförelse mellan 1987 och 2011. Källa: Patientregistret, Socialstyrelsen.*

Det är alltså främst bland de yngsta barnen vi ser en ökning i sjukhusinläggning, mest uttalat för spädbarn och ettåringar. Figur 8 fokuserar på skallskadorna, den klart vanligaste inläggningsorsaken, och visar för vilka diagnoser inläggningarna sker och hur dessa har utvecklats över tid. Antalet små barn som blir inlagda på sjukhus för lindriga huvudskador (sår och ytlig skada) ökar. För hjärnskakning har däremot en minskning på skett. Hjärnskakning som inläggningsorsak minskar för alla åldrar och för alla yttre orsaker.



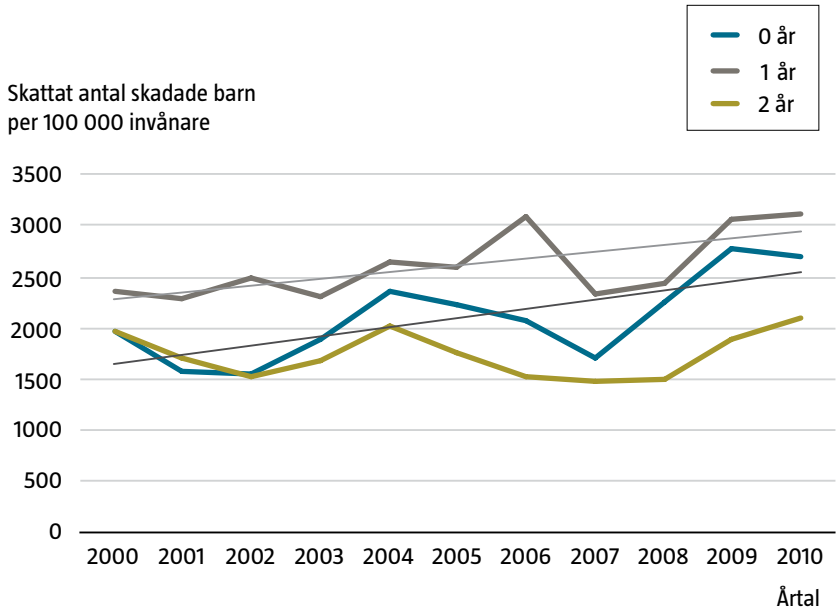

*Figur 8. Antal slutenvårdade för huvudskada efter fall per 100 000 invånare, åren 1997–2011, spädbarn (< 1 år) och ettåringar. Källa PAR, Socialstyrelsen.*

Denna beskrivning behöver kompletteras med vilken typ av skada som man sökt vård för på akutmottagningen. Det visar sig att inflödet av fallskadade barn till akutmottagningarna också ökat, särskilt bland spädbarn och ettåringar (figur 9). Ökningen är fullt jämförbar med, eller t o m kraftigare, än för inläggningsfallen för motsvarande tidsperiod, dvs. under 2000-talet.




***Figur 9.*** *Antal öppenvårdade per 100 000 invånare för fallskador gällande spädbarn, ett- och tvååringar. Skattade värden. Källa: IDB, Socialstyrelsen.*

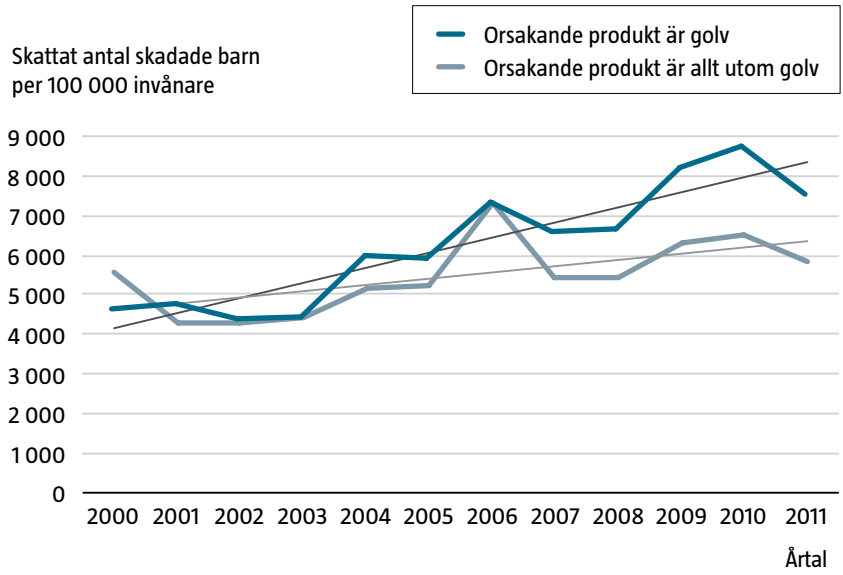
Det har också blivit vanligare att söka på akutmottagning specifikt för huvudskada bland spädbarn och ettåringar, men inte för tvååringar (figur 10).




***Figur 10**. Antal öppenvårdade per 100 000 invånare för huvudskador till följd av fall inomhus gällande spädbarn, ett- och tvååringar. Skattade värden. Källa: IDB, Socialstyrelsen.*

När det gäller hur många som sökt på akutmottagningen och fått diagnosen hjärnskakning efter fall inomhus så har det skett en ökning för ettåringar medan det skett en svag minskning för spädbarn och tvååringar.

Ökningen av barn som kommer till akutmottagning för fallskada är något starkare där golv angivits som orsakande produkt, jämfört med andra underlag/föremål (figur 11).




***Figur 11.*** *Antal barn (≤ 3 år) som skadat sig inomhus i bostaden till följd av fallolyckor under perioden 2000–2011, efter orsakande produkt. Skattade värden. Källa: IDB, Socialstyrelsen.*

## Diskussion och slutsatser

Den samlade bilden utifrån tillgänglig statistik är svårtolkad. Visserligen ökar fallskadorna bland små barn i såväl öppen som sluten vård. Men om detta beror på att skadorna i realiteten ökar i antal, i svårighetsgrad, eller om ökningen främst orsakas av ett förändrat sökmönster hos barnens vårdnadshavare, går knappast att uttala sig om. När slutenvårdsfallen ställs i relation till öppenvårdsfallen framstår snarast bilden av en svagt sjunkande inläggningsfrekvens eftersom inläggningarna inte ökar riktigt i samma takt som tillströmningen till akutmottagningarna. Detta skulle i sin tur kunna tolkas som en indikator på minskande allvarlighet, men det går samtidigt inte att utesluta att den avtagande inläggningsfrekvensen också kan påverkas av striktare kriterier för inläggning, förbättrad diagnostik, etc. Ett observandum som stärker intrycket av minskande allvarlighetsgrad är att barn inlagda med den allvarligare diagnosen hjärnskakning minskat i antal medan barn inlagda för mer ytliga skador ökat. Men inte heller detta ger någon entydig indikation eftersom även denna utveckling skulle kunna förklaras av exempelvis säkrare diagnostik där misstanke om hjärnskakning i ökande grad kan uteslutas till förmån för andra lindrigare diagnoser. Antalet inläggningar till följd av hjärnskakning minskar ju i alla åldrar och för alla yttre orsaker.

Det går således inte utifrån existerande data att varken bekräfta eller förkasta hypotesen om en reell riskökning (frekvens eller allvarlighet) för fallskada bland små barn. Nästa fråga är vad en sådan riskökning i så fall skulle kunna bero på. Det antagande som ligger till grund för denna rapport är att en förklaring skulle kunna vara övergång till hårdare golvmaterial i våra bostäder. En sådan övergång bekräftas av golv- och byggnadsbranschen. Antagandet får också visst stöd i vår iakttagelse ovan att golv i ökande utsträckning anges som orsakande produkt i IDB-registret när det gäller fallskador bland små barn. Det sistnämnda är dock en uppgift som måste tolkas med försiktighet eftersom mörkertalet är stort när det gäller kodning av orsakande produkter i IDB.

# Forskning om fall-skador bland barn och anslagsytans betydelse

# Forskning om fallskador bland barn och anslagsytans betydelse

Det finns en stor mängd studier som undersöker konsekvenser av fallolyckor för barn men få av dessa inkluderar betydelsen av anslagsytans hårdhet. Den forskning som är gjord på anslagsytans betydelse för skada är främst gjord på de olyckor som inträffar på lekplatser.

Det har sedan länge varit känt att anslagsytans eftergivlighet har stor betydelse för vilken skada som uppkommer i samband med ett fall (De Haven 1942). Den forskning som bedrivits på fallskador bland barn har nästan uteslutande haft som syfte att samla kunskap för att bättre kunna bedöma hur troligt det är att skadan orsakats av misshandel. När ett barn kommer till sjukhuset med en skada som vårdnadshavaren uppger är orsakad av ett fall behövs kunskap för att bedöma hur tillförlitlig historien är. Hur skador uppkommer i förhållande till fallhöjd är relativt väl utrett men anslagsytans betydelse har inte beforskats i lika stor utsträckning.

Allvarliga skador hos små barn är ofta relaterade till övergrepp. Feldman et al. (2001) undersökte barn under tre år som diagnostiserats med subduralblödning och fann att 76 % av dessa skador var orsakade av misshandel. Det är ofta svårt för läkare att avgöra om skada är ett resultat av ett fall eller av misshandel. Försök har gjorts att ta fram bedömningsinstrument för att avgöra tillförlitligheten i uppgiven orsak till skada. Hypotesen som användes var att följande variabler har betydelse: skadehistoriens kvalité och detaljrikedom, förekomst av tidigare skador, biomekanisk sannolikhet för skada och tid från händelse till vårdkontakt. Efter att ha granskat 29 händelser där fall i trappa angetts som orsak till femurfraktur på barn mellan 2 och 36 månader gamla visade det sig att vårdnadshavarens förmåga att beskriva händelsens detaljer och i vilken position barnet landade hade störst betydelse för att kunna avgöra tillförlitligheten i orsaksbeskrivningen (Pierce, Bertocci et al. 2005). Det finns begränsat med forskning kring skador orsakade av misshandel i Skandinavien men en studie från Norge har undersökt skallskador bland barn under 36 månader. Av de 91 barn som

omfattades av studien var 19 % av skadorna orsakade av misshandel, 39 % av olyckor och i 43 % av fallen kunde orsak inte avgöras. Barnen i gruppen där skadan orsakats av misshandel var yngre, de hade oftare varit inskrivna på sjukhus tidigare och de hade i större utsträckning subduralblödning jämfört med barnen i de andra grupperna (Myhre, Grogaard et al. 2007).

De studier där hänsyn tas till anslagsytans hårdhet kan delas upp i två typer av studier, de som tittat på verkliga händelser samt experimentella studier där tester utförs med olika typer av dockor designade för att efterlikna barn i olika åldrar. Utgångspunkten för dessa studier är nästan uteslutande att bidra med kunskap som syftar till att förhindra misshandel av barn. I denna del av rapporten redovisas resultaten från en litteraturgenomgång med syfte att kartlägga den forskning som bedrivs inom området fallskador bland barn som beaktar betydelsen av anslagsytans hårdhet.

## Metod

En systematisk litteraturstudie genomfördes med sökningar i PubMed, Google Scholar och ISI Web of Science. Sökorden som användes var Child*, falls och injury kombinerat med biomecanics, flooring, impact surface, anthropomorphic surrogate eller height of fall. Flest träffar gav kombinationen Child*, falls, injury och height of fall (124 träffar).

Inkluderingskriterier för litteratursammanställningen var att studierna skulle innefatta barn under tre år och att anslagsytans hårdhet skulle finnas med som en variabel av betydelse för uppkomst av skada efter fall inomhus, studier gjorde på lekplatser inkluderades ej. Efter genomläsning av titlar och abstract sorterades ett 80-tal artiklar ut för närmare genomläsning, även litteraturlistor för relevanta artiklar gicks igenom. 12 artiklar visade sig uppfylla uppsatta kriterier, resultatet redovisas nedan.

### Laboratoriestudier med dockor

Det har gjorts biomekaniska studier i laboratorium där man undersökt anslagsytans betydelse för allvarlighetsgrad av skada. Fördelen med dessa studier är att miljön kan kontrolleras och mätningar kan göras på fall från olika höjder och med olika anslagsytor.

Studier har genomförts på en docka konstruerad att efterlikna en 3-åring. Den första är tester från liggande position där dockan faller 0.68 cm, vilket är tänkt att efterlikna ett fall från en möbel (säng, soffa eller dyl.). De anslagsytor som testades i detta försök var vinyl, trä, heltäckningsmatta och lekplatsplatta. Risken för skada på huvud, armar och ben minskade signifikant vid anslag på de två mjukare ytorna, heltäckningsmatta och lekplatsplatta (Bertocci, Pierce et al. 2003). Nästa test på samma docka var fall med fötterna före från låg höjd (0.69 cm från centrum av dockan). Här kunde inga skillnader i allvarlighetsgrad av potentiell skallskada upptäckas i förhållande till underlag (heltäckningsmatta, trä eller vinyl). Om anslagsytan däremot var lekplatsplatta minskade den potentiella risken för skada i och med att underlaget bromsade in fallet mer effektivt (Bertocci, Pierce et al. 2004). När liknande tester gjordes på en docka som motsvarade ett barn på 12 månader ledde ett fall från låg höjd (46 cm) till högre fart för huvudet och kortare inbromsning vid anslaget än för fall från högre höjd (67 och 120 cm). För att mäta ytans hårdhet används ett mått som benämns coefficients of restitution (COR). COR är ett mått på underlagets eftergivlighet och mäts genom att en metallkula släpps från ett visst avstånd ner på underlaget och sen registreras hur högt kulan studsar tillbaka. Ytor med högre COR är mer eftergivliga och dämpar därför anslaget genom uppbromsning. Ytor med låg coefficient of restitution (eftergivlighet) (COR) visade sig, som förväntat, ha sämre förmåga att bromsa upp anslaget och därför potentiellt större risk att orsaka skada (Thompson, Bertocci et al. 2009).

Prange et al. 2003 använde en docka som motsvarade en 1 ½ månaders baby och jämförde hur hjärnan rörde sig vid fall från olika höjder med olika typer av anslagsyta med att barnet skakats. Syftet var att ta reda på vilka skador som kan uppkomma när ett barn skakas häftigt. När barn-dockan landade på en 10 cm tjock madrass var påverkan på hjärnan mindre än vid anslag på heltäckningsmatta och betong. Inga tydliga skillnader sågs mellan heltäckningsmatta och betong. Fallets höjd påverkade hjärnans rörelse, ett högre fall gav större påverkan. Skakningens kraft liknande ett fall från 30 cm höjd men en skakning orsakade betydligt mer påverkan på barnets hjärna eftersom det pågick under en längre tid.

I en studie där man använt en huvudform som motsvarade ett 18 månaders barn kunde man se att den mängd energi som kan bromsas upp i olika typer av ytor var beroende av sammansättningen av material, t ex vilket material som en vinylmatta var lagd på, och att det därför var viktigt att samla in uppgifter om sammansättningen av material i anslagsytan. I denna studie bedömde man den kritiska fallhöjden (KFH) för olika typer av underlag. KFH är den höjd barnet bedöms kunna falla med huvudet före utan att risker att få en allvarlig huvudskada. För en ullmatta lagd på betong uppskattades KFH till 0.3 meter och för ett sammansatt material av ullmatta och mellanlager lagd på massonit/träfiberplatta var KFH 0.93 meter (Cory, Jones 2006).

Denna typ av studier har också uppenbara begränsningar då verkligheten är betydligt mer komplex. Betydelse för konsekvens av fall har också barnets BMI, position innan fallet, olika vinklar på fallet, om barnet kröp/gick/sprang innan fallet, om man slår i något på väg ner mot underlaget m.m. Utifrån erfarenheter av tidigare studier har försök gjorts att utforma en docka som på ett adekvat sätt liknar en 1 ½ månaders baby. Hänsyn togs till skallens utformning med fontanell och suturer mellan skallbenets plattor, nackens styvhet och kroppens viktfördelning. Tester gjordes på fall från 0.3, 0.6 och 0.9 meters höjd på anslagsytor med varierande hårdhet, betong, heltäckningsmatta (0.6 cm tjock) och 15 cm tjock barnsängsmadrass. Dockan testades 10 gånger för varje kombination av höjd och anslagsyta (totalt 90 fall). Kraften som nådde dockans huvud påverkades av höjden på fallet när anslagsytan var betong eller heltäckningsmatta men inte för fall på madrass. Fall på betong och heltäckningsmatta genererade mer kraft mot huvudet i alla fallhöjder (Coats, Margulies 2008).

Ibrahim & Margulies (2010) gör sina mätningar på en docka som efterliknar ett 18 månaders barn och gör jämförelser med en 6-månaders docka. Dockorna som används är konstruerade med hänsyn till barnets vikt, längd, nackens styvhet, skallbenets tjocklek och i vilken grad suturer mellan skallbenen och fontanell är sluten. Mätningar gjordes från 1, 2 och 3 ft (1 ft ca 30 cm) samt med betong eller heltäckningsmatta som anslagsyta. För 18-månaders docka visade det sig att en heltäckningsmatta bromsade upp huvudets anslag vid ett fall under 60 cm (2 ft), när fallet var från högre höjd dämpande mattan inte huvudets rotation i sidled.

I försöket användes en 0.25 tum (6.36 mm) tjock matta, standard för användning i bostadshus. Vid anslag på betong var huvudets rörelse hastigare för alla höjder av fall. Dockan som efterliknade ett 18-månaders barn utsattes för större kraft än 6-månadersdockan, något som författarna ansåg beroende på kroppens ökade tyngd hos det äldre barnet.

### Studier baserade på verkliga händelser

Jones & Theobald (2011) genomförde en olycksplatsundersökning på en händelse där ett 6 månaders barn skadats allvarligt efter att ha fallit från förälderns famn. Händelsen inträffade i anslutning till ett badrum där ytan utanför badrummet var en trappavsats. Tester utfördes på olycksplatsen med hjälp av samma huvudmodell som användes i Cory et al. (2006). Frågeställningen för denna studie var hur anslagsytans variation kan påverka skadeutfallet, man testade kraften mot huvudet vid fall på avsatsens golv, kant av avsats och kant på steg in till badrummet. Den största kraften uppmättes på kanter. Därigenom drog man slutsatsen att anslagskraften kan variera stort inom en plats och att det är viktigt att noggrant undersöka platsens beskaffenhet i detalj när man ska bedöma risken för huvudskada.

I en undersökning av skador i samband med fall från våningssäng sågs en lägre nivå av allvarliga skador vid fall på heltäckningsmatta eller mattor jämfört med fall på andra golvytor. I denna studie var 218 händelser inkluderade och av dessa fanns uppgifter om anslagsytan i 134 fall. Medelåldern för dessa barn var 4,5 år. Typer av mattor och golv var ej specificerade (Mayr, Seebacher et al. 2000).

Pierce et al. (2005) undersökte barn med femurfraktur efter fall i trappa och såg ingen korrelation mellan underlag (betong, trä eller heltäckningsmatta) och typ av fraktur eller allvarlighetsgrad av skada. Här undersöktes bara de barn som fått en fraktur, vilket är en ovanlig och allvarlig konsekvens av ett fall i trappa.

I en studie där man frågat föräldrar om barnet fallit var det 6 gånger så stor risk att få en skada om barnet landade på ett hårt underlag jämfört med vad föräldrarna bedömde som ett mjukt underlag (matta eller heltäckningsmatta). 40 % av föräldrarna uppgav att barn 0-2 år ramlat från en möbel eller likande. För

barn under 6 månader var det 20 % som råkat ut för ett fall. Den vanligaste åldern att falla var 6, 12 och 18 månader och 66 % av händelserna var fall från säng. Av de 209 fall som vårdnadshavare beskrev resulterade 24 % i en skada och 87 % av skadorna var i ansiktet. De vanligaste skador som uppstod var av typen blåmärken och svullnader. Inga frakturer uppstod till följd av fallen och 1 % av fallen resulterade i hjärnskakning (Haney, Starling et al. 2010).

Thompson et al. (2011) har undersökt relationen mellan anslagsytans hårdhet och skadeutfall på barn som ramlat. För att gruppera allvarlighetsgraden av skador användes Abbreviated Injury Scale (AIS), en 6 gradig skala där allvarlighetsgraden bedöms efter skadad kroppsdel och typ av skada. I studien ingick 79 barn, hembesök med mätning av COR på underlaget gjordes för 37 händelser. För dessa 37 fall såg man ingen skillnad i skadeutfall i förhållande till ytans hårdhet, undergolv eller COR men framhåller att underlaget är litet och att det kan vara orsaken till att signifikanta skillnader inte kunde ses. Fallhöjden hade betydelse för skadans allvarlighet, de som hade inga eller mindre skador föll i snitt 80 cm, de som fick måttliga till allvarliga skador föll i snitt 91 cm. Man tittade också på vilken betydelse barnets BMI (body mass index) hade för hur allvarlig skadan blev och såg att de med måttliga till allvarliga skador hade ett lägre BMI än de med inga eller mindre skador.

## Slutsatser

Laboratoriestudier visar att den kritiska fallhöjden varierar stort för olika underlag och att anslagsytans eftergivlighet påverkar absorption av kraft från fallet. Det är dock främst när anslagsytan är riktigt mjuk, t ex madrass, som man i laboratoriestudier sett skillnad i inbromsningen av kraften mot huvudet. De övriga studierna visar varierande resultat. De är få och resultaten visar inte något entydigt samband mellan anslagsytans hårdhet och skadeutfallet när barn faller. Tre av fyra studier visade att ett mjukare underlag minskade skadans allvarlighetsgrad, vid fall från våningssäng, i trappa och i samma plan. Den fjärde studien påvisade inget samband.

Resultaten från de övriga studierna är osäkra på grund av begränsat urval och osäkerhet i datainsamling. Det föranleder fortsatta studier där verkliga händelser granskas för att säkrare kunna

etablera eller förkasta ett samband. Studier av detta slag bjuder på metodologiska utmaningar. De flesta studier är gjorda på barn som kommit till akutmottagning eller traumacenter. Av alla fall som inträffar är det en bråkdel som får så allvarlig konsekvens att man söker vård. Att undersöka anslagsytans betydelse för dessa händelser har begränsningar om antagandet är att anslagsytans mjukhet skyddar mot skada. De som faller på mjuk yta skadar sig inte och söker därför inte vård. Vid urval av de som söker vård efter ett fall behöver man också försöka utesluta de händelser som orsakats av misshandel. För att säkert veta fallhöjd och anslagsytans eftergivlighet behöver olycksplasten besökas, ett resurskrävande arbete. I de studier där man bett föräldrar beskriva de fall och fallskador som inträffat bakåt i tiden blir osäkerheten stor då fallhändelser i stor utstäckning tillhör vardagen.

Ingen av studierna i genomgången är äldre än från år 2000 och de studier som beaktar anslagsytans betydelse är få jämfört med den totala mängden studier som görs på fallskador bland barn. Att inkludera anslagsytans betydelse är till viss del ett nytt perspektiv som fortfarande inte kan anses vara självklart inom detta forskningsfält.

Den vanligaste skadan efter ett fall bland barn är en skallskada. Hos det lilla barnet är skallbenen fortfarande elastiska då fontanellen och suturer mellan skallens plattor inte ännu helt slutits (Cory, Jones 2006). Detta har också uppmärksammats som ett metodologiskt problem i labboratoriestudier. Ett annat sätt att undersöka sårbarheten hos barnets huvud är genom datorsimulering. Roth et al. (2008) har med hjälp av datasimuleringar försökt utarbeta signifikanta kriterier för skada samt att avgöra hur stor energimängd ett 3-årigt barns huvud klarar. Barnets huvud skiljer sig från den vuxnes, under uppväxten förändras huvudets sammansättning när det gäller struktur och proportion. För att så adekvat som möjligt kunna avgöra vilka krafter det lilla barnets huvud klarar och validera resultat från laboratorieexperiment har Roth et al. gjort försök att konstruera en datorsimuleringsmodell. Modellen utgå ifrån en 3D animation konstruerad med hjälp av datortomografibilder från ett 17 dagar gammalt barn. Modellen tar hänsyn till dimension och massa för huvudets delar som skinn, skelett, vätska och hjärnvävnad. Resultaten från datorsimuleringen jämfördes mot resultaten från en studie gjord Prange et al. (2004).

Författarna menar dock att för att fullt ut kunna validera simuleringsmodellen skulle resultaten behöva jämföras med fler studier gjorda på verkliga händelser, något som av etiska skäl inte låter sig göras (Roth, Raul et al. 2010).

De flesta allvarliga skadorna verkar uppkomma i samband med att barnet slagit i mot en hård kant (Jones, Theobald 2011). Utifrån denna vetskap har golvbeläggningen en underordnad betydelse för uppkomsten av de allvarligare skadorna. För att minska skaderisken för denna typ av skada skulle hemmen behöva utformas så att t ex högre trösklar byggs bort och att trappor utformas så att risken att skadas minskas.

Genomgången av genomförda studier ger fingervisningar om metodologiska val och visar på de svårigheter som behöver beaktas. Dessa resultat ger en bakgrund till nästa del av rapporten som belyser alternativa designer för fortsatta studier.

# Studiedesign

# Studiedesign

## Frågeställning

Den övergripande frågeställningen är om den observerade ökningen av antalet slutenvårdade fallskador bland små barn kausalt kan knytas till en likaledes observerad ökning av andelen hårda golvmaterial i våra bostäder.

## Syfte

Studieuppdragets syfte i denna del är att utveckla förslag på en eller flera studiedesigner som har förutsättningar att svara upp mot den övergripande frågeställningen.

## Metodologisk orientering

Grovt kan man skilja mellan tvärsnittsstudier och longitudinella studier. Vid en **tvärsnittsstudie** undersöker man individen bara en gång. Man kan t ex mäta förekomsten av fallskador respektive hårda golv inom en barnpopulation. Om hårda golv är överrepresenterade bland barn som fallit och skadats föreligger ett statistiskt samband. Däremot kan man inte säga om sambandet är kausalt. Vid en **longitudinell studie** mäter man individen flera gånger. Man kan t ex följa en grupp barn över tid och jämföra skadeförekomsten hos dem med hårda golv respektive mjuka golv.

Båda dessa studiedesigner är icke-experimentella. Förutom dessa finns även **experimentella studier**. I en sådan påverkar man den risk-/skyddsfaktor man är intresserad av (intervention) för att se om förändringen har effekt på utfallet. Man kan t ex (hypotetiskt) ändra på golvmaterialen för en grupp barn för att se om dessa då råkar ut för fler/färre skador än i en jämförelsegrupp där ingen förändring gjorts.

Experimentellt kan man också tänka sig **studier i laboratoriemiljö** på människor, djur eller dockor/attrapper för att se vilken påverkan olika exponeringar ger i biomedicinskt eller biomekaniskt hänseende. Inom exempelvis trafiksäkerhetsforskningen förekom tidigare försök på såväl människor som djur (levande och/eller

döda) för att studera vilken skada mekaniska krafter orsakar på olika kroppsvävnader. Numera utförs sådana experiment på dockor utformade för att efterlikna människor samt utrustade med mätapparatur för att mäta krafter m m.

Slutligen bör även nämnas **fallstudier** av enskilda händelser. Dessa kan betraktas som naturliga experiment eftersom människor de facto utsatts för en påtaglig exponering och det därigenom finns möjlighet att djupstudera effekterna av denna. Den kausala evidensen är ofta mycket hög i det enskilda fallet, samtidigt som det kan finnas betydande svårigheter att generalisera fynden till populationsnivå. Dock finns mycket berömda och banbrytande studier baserade på denna metodik.

## Teoretiska överväganden

Nedan följer ett antal tänkbara upplägg:

1. *Jämföra skadeutvecklingen över tid med utvecklingen för olika golvtyper*. En samvariation mellan skadeförekomst och andel hårda golv i bostäder (helst inom samma baspopulation) kan tolkas som ett indicium på ett möjligt orsakssamband.

2. *Jämföra utvecklingen över tid för skador mot olika golvtyper med utvecklingen vad gäller förekomsten dessa golvtyper*. I detta fall kopplas underlaget till skadan i det enskilda fallet. Om skadorna mot mjuka golv förblir på oförändrad nivå medan skadorna mot hårda golv ökar skulle detta kunna tolkas som ett stöd för hypotesen om skadeökning på grund av hårdare golv. Skadedata kan hämtas från IDB (likformigt inklusionskriterium utan allvarlighetsgradering). Golvuppgifter inhämtas via föräldraenkät. Dock kvarstår en möjlig alternativ tolkning, att fallen totalt ökar av annan orsak och att fördelningen mellan skador mot olika golvtyper bara följer exponeringen, det vill säga förekomsten av olika golv. Det kan alltså bli svårt att säkerställa orsakssamband.
   a) Kontinuerlig tidsserie (årliga tvärsnitt)
   b) Ett tvärsnitt nu jämfört med ett tvärsnitt för t ex 10 år sedan.

3. *Jämföra skador av olika allvarlighet vid samma tidpunkt med avseende på golvtyper.* Med denna design undersöker man om hårda golv är vanligare bland de allvarliga skadorna (baserat på traumaklassning och/eller vårdtid) jämfört med lindrigare skador. Om de hårda golven utgör större andel bland allvarligare skador än lindrigare skulle det stödja hypotesen. Källa: IDB + PAR.

a) Retrospektivt (journalgranskning plus föräldraintervjuer)

b) Prospektivt (fördjupad journalföring/datainsamling m a p allvarlighet och anamnes inkl tekn datainsaml genom utredningar på plats, typ ”haveriutredningar”). Man kan då bestämma sig för att analysera ett visst antal konsekutiva fall och håller på tills man nått detta antal.

4. *Jämföra barn som skadats med barn som inte skadats (kontrollgrupp), med avseende på golvbelägg hemma (4a)*. Detta är en fall-kontroll-design som möjliggör att undersöka golvens betydelse för skade-utfallet. En variant på denna ansats är en s k case-crossover design. Den innebär att ”fallen” (de skadedrabbade) utgör sina egna kontroller genom att man jämför omständigheterna vid skadehändelsen med omständigheterna vid en definierad tidigare tidpunkt, t ex vid det närmast föregående fallet (4b). På det sättet kan man se om fördelningen på golvtyper skiljer sig åt mellan fall och kontroller på ett sätt som kan sättas i samband skadeutfallet.

5. *Jämföra förekomsten av skador i en grupp barn bland dem med hårda golv hemma jämfört med mjuka golv*. Detta är en kohortdesign som på motsvarande sätt skulle kunna skapa ett statistiskt mått på eventuell överrisk i hem med hårda golv.

6. *Experimentella studier i boendemiljö (el. motsv.)*. Mjuka golv införs i en kontrollerad miljö (hem, dagis e d) och skadeeffekterna utvärderas.

7. *Experimentella studier i laboratoriemiljö*. Dockor eller andra attrapper tillåts falla mot underlag av varierande hårdhet. Krafter som uppkommer dokumenteras och utvärderas mot kända (?) kriterier/gränsvärden.

8. *Fallstudier (case studies)*. Händelser där barn fallit och skadats utreds systematiskt på plats med avseende på fallmönster och underlag. Krafter uppskattas/mäts och relateras i de enskilda fallen till uppkomna skador. Nya fall undersöks tills mättnad uppstår i materialet.

## Praktiska överväganden

Modellernas fördelar och nackdelar behöver analyseras mera i detalj m a p vad som går att åstadkomma inom begränsad tid och med begränsade resurser.

Alternativ 1 ovan bedöms vara en alltför svag studiedesign. Alternativ 2 är starkare, men fortfarande väl grov för att motivera en mer omfattande studie. För att resultaten ska tyda på ökad skadeeffekt pga golvens hårdhet krävs att skadorna mot hårda golv ökar snabbare än ökningen av andelen hårda golv i våra bostäder.

Alternativ 3 är en mer robust design. Den kräver emellertid samarbete med kliniker för traumaklassningens skull. En förenklad variant av alternativ 3 är att allvarligheten grovt indelas i öppenvårdade resp slutenvårdade (ev. underindelat efter vårdtid). I det fallet kan patienter selekteras direkt till de olika allvarlighetsgrupperna utifrån befintliga register och sedan fördelas efter underlagens beskaffenhet. Det sistnämnda kräver dock som tidigare kompletterande datainhämtning från vårdnadshavare.

Alternativen 4a och 5 saknar realism i detta sammanhang, främst pga att den eventuella kopplingen mellan skada och underlag stannar vid en statistisk association. Man kommer ändå att vilja veta vilket underlag barnen de facto skadat sig på. De båda uppläggen ägnar sig bäst i situationer när det i det enskilda fallet inte går att säga säkert om exponeringen orsakat skadan.

Alternativen 4b, 6 och 7 är klart möjliga, men kräver vid alt 4b en uppföljande datainsamling kring golvtyper plus tidigare händelser, samt vid alternativ 6 en kontrollerad interventionsmiljö som kan jämföras med liknande miljöer som inte utsatts för intervention, något som kan vara svårt att åstadkomma rent praktiskt. Alternativ 7 kräver på motsvarande sätt omfattande laboratorieutrustning.

Återstår slutligen alternativ 8. Värdet av fallstudier ligger främst i deras explorativa potential, det vill säga deras förmåga att på djupet bidra till förståelse av fenomenet som studeras, i detta fall skallskada som följd av anslag mot ytor av olika hårdhetsgrad. De accelerations- (eller retardations-) krafter som hjärnan utsätts för kan t ex modelleras i samspel med empiri från enskilda fall för att öka kunskapen om tröskelnivåer mellan olika skadetyper och allvarlighetsgrader. Med explorativ forskning menas hypotesgenererande sådan, det vill säga forskning som har till syfte att utveckla antaganden om samband och mekanismer som sedan kan prövas kvantitativt för att se vilken tyngd de kan tillmätas.

## Slutsatser

Det som förefaller rimligt att gå vidare med här är:

9. En fördjupad granskning och sammanställning av den litteratur som mer precist undersöker motståndskraften hos det lilla barnets skalle gentemot yttre våld, fr a linjära krafter från slag mot släta ytor. Studierna på området handlar delvis om diagnosticering av intrakraniella skador och skallfrakturer beroende på yttre symptombild, samt hur olyckor kan skiljas från avsiktligt våld, men även vad skallen tål vid fall från hög höjd. För att motivera fortsatt empirisk forskning är det angeläget att först fastställa det aktuella kunskapsläget. Arbetet bör inkludera någon person med neurotraumatologisk kompetens.

10. Planering för en empirisk studie enligt den förenklade versionen av alternativ 3 ovan. Studien torde vara möjlig att utföra på basis av värmlandsdata enbart, men kan även utföras på nationella data. Två dataset avseende fallskadade barn selekteras: Ett avseende sjukhusinlagda och ett avseende barn som enbart setts på akutmottagning. Ca 100 barn i vardera kategorin torde räcka för signifikant utslag, åtminstone om skillnaden mellan grupperna är påtaglig. I Värmland läggs årligen 50-talet barn 0-2 år in för fallskador. Ett material omfattande två till tre år skulle ge tillräckligt underlag. Samtidigt slumpas ett motsvarande urval av skadade barn från IDB-Värmland. I båda grupperna återvänder man till familjen med en föräldraenkät för att inhämta detaljerad information om fallet och underlaget. Grupperna jämförs sedan sinsemellan med avseende på underlag med beaktande av andra faktorer såsom fallhöjd, stöt mot skarpa kanter, m m. Föräldraenkäten behöver först valideras, dels teoretiskt mot den fördjupade litteraturstudien, dels empiriskt i form av en pilotstudie. Med tanke på den kompletterande datainsamling som behövs (troligen telefonintervjuer för att motverka bortfall) kan en sådan studie bli förhållandevis kostsam, förutom att den tar lång tid att genomföra.

# Referenser

# Referenser

BERTOCCI, G.E., PIERCE, M.C., DEEMER, E., AGUEL, F., JANOSKY, J.E. and VOGELEY, E., 2004. Influence of fall height and impact surface on biomechanics of feet-first free falls in children. *Injury,* **35**(4), pp. 417-424.

BERTOCCI, G.E., PIERCE, M.C., DEEMER, E., AGUEL, F., JANOSKY, J.E. and VOGELEY, E., 2003. Using test dummy experiments to investigate pediatric injury risk in simulated short-distance falls. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine,* **157**(5), pp. 480-486.

CHADWICK, D.L., BERTOCCI, G., CASTILLO, E., FRASIER, L., GUENTHER, E., HANSEN, K., HERMAN, B. and KROUS, H.F., 2008. Annual risk of death resulting from short falls among young children: less than 1 in 1 million. *Pediatrics,* **121**(6), pp. 1213-1224.

CHIAVIELLO, C.T., CHRISTOPH, R.A. and BOND, G.R., 1994. Stairway-related injuries in children. *Pediatrics,* **94**(5), pp. 679-681.

COATS, B. and MARGULIES, S.S., 2008. Potential for head injuries in infants from low-height falls. *Journal of neurosurgery.Pediatrics,* **2**(5), pp. 321-330.

CORY, C.Z. and JONES, M.D., 2006. Development of a simulation system for performing in situ surface tests to assess the potential severity of head impacts from alleged childhood short falls. *Forensic science international,* **163**(1-2), pp. 102-114.

DE HAVEN, H., 1942. Mechanical analysis of survival in falls from heights of fifty to one hundred and fifty feet. *War Medicine,* **2**, pp. 586–96.

FELDMAN, K.W., BETHEL, R., SHUGERMAN, R.P., GROSSMAN, D.C., GRADY, M.S. and ELLENBOGEN, R.G., 2001. The cause of infant and toddler subdural hemorrhage: a prospective study. *Pediatrics,* **108**(3), pp. 636-646.

HANEY, S.B., STARLING, S.P., HEISLER, K.W. and OKWARA, L., 2010. Characteristics of falls and risk of injury in children younger than 2 years. *Pediatric emergency care,* **26**(12), pp. 914-918.

HUNTIMER, C.M., MURET-WAGSTAFF, S. and LELAND, N.L., 2000. Can falls on stairs result in small intestine perforations? *Pediatrics,* **106**(2 Pt 1), pp. 301-305.

IBRAHIM, N.G. and MARGULIES, S.S., 2010. Biomechanics of the toddler head during low-height falls: an anthropomorphic dummy analysis. *Journal of neurosurgery.Pediatrics,* **6**(1), pp. 57-68.

JOFFE, M. and LUDWIG, S., 1988. Stairway injuries in children. *Pediatrics,* **82**(3 Pt 2), pp. 457-461.

JONES, M.D. and THEOBALD, P.S., 2011. The potential effects of floor impact surfaces on infant head injury outcome during a short fall. *Medicine, science, and the law,* **51**(4), pp. 203-207.

KOV, K., 2009. *Gåstolar – marknadskontroll 2008–2009, Rapport 2009:12.* Karlstad: Konsumentverket.

LYONS, T.J. and OATES, R.K., 1993. Falling out of bed: a relatively benign occurrence. *Pediatrics,* **92**(1), pp. 125-127.

MAYR, J.M., SEEBACHER, U., LAWRENZ, K., PESENDORFER, P., BERGHOLD, A. and BARADARAN, S., 2000. Bunk beds--a still underestimated risk for accidents in childhood? *European journal of pediatrics,* **159**(6), pp. 440-443.

MYHRE, M.C., GROGAARD, J.B., DYB, G.A., SANDVIK, L. and NORDHOV, M., 2007. Traumatic head injury in infants and toddlers. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway : 1992),* **96**(8), pp. 1159-1163.

PIERCE, M.C., BERTOCCI, G.E., JANOSKY, J.E., AGUEL, F., DEEMER, E., MORELAND, M., BOAL, D.K., GARCIA, S., HERR, S., ZUCKERBRAUN, N. and VOGELEY, E., 2005. Femur fractures resulting from stair falls among children: an injury plausibility model. *Pediatrics,* **115**(6), pp. 1712-1722.

PRANGE, M.T., COATS, B., DUHAIME, A.C. and MARGULIES, S.S., 2003. Anthropomorphic simulations of falls, shakes, and inflicted impacts in infants. *Journal of neurosurgery,* **99**(1), pp. 143-150.

PRANGE, M.T., LUCK, J.F., DIBB, A., VAN EE, C.A., NIGHTINGALE, R.W. and MYERS, B.S., 2004. Mechanical properties and anthropometry of the human infant head. *Stapp car crash journal,* **48**, pp. 279-299.

ROTH, S., RAUL, J.S., RUAN, J. and WILLINGER, R., 2008. Limitation of scaling methods in child head finite element modelling. *Begrenzung von Skalierungsmethoden bei Finite-Elemente-Modellen des Kinderkopfes,* (4), pp. 404.

ROTH, S., RAUL, J.S. and WILLINGER, R., 2010. Finite element modelling of paediatric head impact: global validation against experimental data. *Computer methods and programs in biomedicine,* **99**(1), pp. 25-33.

SOS. SOCIALSTYRELSEN, 2011. *Skador bland barn i Sverige, Olycksfall, övergrepp och avsiktligt självdestruktiv handling, Rapport 2011-2-13.* Stockholm: Socialstyrelsen.

THOMPSON, A.K., BERTOCCI, G. and PIERCE, M.C., 2009. Assessment of head injury risk associated with feet-first free falls in 12-month-old children using an anthropomorphic test device. *The Journal of trauma,* **66**(4), pp. 1019-1029.

THOMPSON, A.K., BERTOCCI, G., RICE, W. and PIERCE, M.C., 2011. Pediatric short-distance household falls: biomechanics and associated injury severity. *Accident; Analysis and Prevention,* **43**(1), pp. 143-150.

WARRINGTON, S.A., WRIGHT, C.M. and ALSPAC STUDY TEAM, 2001. Accidents and resulting injuries in premobile infants: data from the ALSPAC study. *Archives of Disease in Childhood,* **85**(2), pp. 104-107.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
651 81 Karlstad  Tel 0771-240 240  www.msb.se
Publ.nr MSB621 - november 2013  ISBN 978-91-7383-393-6