

転倒外傷特性に応じた予防具の提案

山中 真*・川本利恵子**

Suggest the Need of the Protective Gear: Injury Properties by the Fall

Makoto YAMANAKA* and Rieko KAWAMOTO**

This study examined the effect of the protective gear by the falling accidents. We proved that using a fall prevention tool reduces the direct trauma. Fall prevention tool not effective in shaking trauma. We have already proposed that equipment suitable for the prevention tools of fall accidents.

key word: fall accidents, head injury criterion, prevention tools, arguer velocity

目 的

これまで、看護研究にて転倒問題は数多く調査報告がなされている。このように、看護領域において転倒が大きな解決課題としてとらえられる要因として、看護師が直接かわる医療事故として最も多く発生し外傷を負うことによりADLが大きく低下することが挙げられる。なかでも、頭部外傷は入院期間の延長や一部身体機能に障害を残すなど著しいADLの低下につながる重篤な症状である。

頭部外傷の危険性については、高齢者に多く、睡眠薬などの使用により発生リスクが高くなることや、頭部を打撲することで急性硬膜外血腫や脳挫傷などを発症することで、発症後の転帰は極めて不良になることなどが多くの先行研究より報告されている(白水, 2001)。

このように、転倒状況や転倒対象、転倒後の転帰については多くの調査研究がなされているものの転倒による身体外傷を数値で示している研究はほとんど行われていない。

これまでに、転倒による頭部外傷の危険性について衝突モデルダミーを用いた転倒実験の結果、施設などで一般的に使用されている床材(コンクリート)での転倒は極めて重篤な頭部外傷を起こす危険性が高いことを報告している(山中, 2011)。その結果、転倒外傷には大きく直接的な衝突加速度が影響する直達外傷と転倒時における頸の動きに起因した角速度に依存する震盪外傷の二つの受傷機転が存

在し異なる予防対策が必要であることを示した(山中, 2011)。

本研究では、転倒による震盪外傷に起因した頭部外傷の予防方法を明らかとすることを目的として実験を行った。検討方法として、一般的な頭部予防具の受傷機序に応じた予防効果と問題点を検証し、受傷機序に応じた問題点の解決方法を提示することで新たな予防具の方向性を示した。このことは、転倒による頭部予防具の開発を進展させるだけでなく転倒による頭部外傷を考えるうえでの知見を進展させる意味においても意義があると考えられる。

方 法

実験条件

本実験では、病院施設等の床材として一般的に広く用いられているリノリウム材に対して頭部予防具を着用した状態での転倒による頭部外傷危険度を受傷機序に沿ってヘルメット着用による予防効果と頭部外傷の危険性について検証を行った。頭部外傷予防具として、今回は、極めて信頼性が高く軽量な自転車用ヘルメットと頭部の動きを抑制する効果が期待できる簡易頸椎カラーを頭部外傷予防具として選定し実験を行った。転倒姿勢や転倒状況については先行研究を参考にして実験を行った。

測定項目

頭部外傷評価 転倒時におけるダミーモデルの動きを高速度カメラの撮影画像(1/1,000 s)から頸部を起点とした頭部マーカーの移動角度を静止画像より測定し、その値から下記式(1)を用いて転倒による頭部角速度を算出し、下記式(2)を用いて転倒による頭部外傷危険度を示す、頭部角速度変化幅を求めた。その値を基に頭部外傷危険度の評価を行った。

$$\dot{\theta}(t_i) = \frac{1}{12\Delta t} \left(-\frac{1}{2}f_{i+2} + 4f_{i+1} - 4f_{i-1} + \frac{1}{2}f_{i+2} \right) \quad (1)$$

ここで、角速度 $\dot{\theta}(t)$ は、4次精度の角速度($\dot{\theta}$)を示しており、本実験における角加速度はこの式にて得られた値を、定義式(1)を用いて角加速度を算出し、得られた最大値を転倒衝突時の角加速度最大値($\ddot{\theta}_{\max}$)とした。

$$\Delta\dot{\theta} = \left| \Delta\dot{\theta}_d - \Delta\dot{\theta}_u \right| \quad (2)$$

ここで、 $\Delta\dot{\theta}_d$ は、最大の角速度変化($\Delta\dot{\theta}_{\max}$)である床面へ衝突する際の、頸部を基点とした頭部下降時平均角速度を示し、 $\Delta\dot{\theta}_u$ は、最小の角速度変化($\Delta\dot{\theta}_{\min}$)である床面衝突後に頭部が跳ね上がり静止するまでの上昇時平均角速度を示している。

* 九州大学大学院医学系学府保健学専攻
Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University,
3-1-1 Maidashi, Higashi-ku, Fukuoka, 812-8582,
Japan
e-mail: yamanaka@junshin-u.ac.jp

** 日本看護協会
Japanese Nursing Association



Figure 1 転倒衝突時の頸部角度

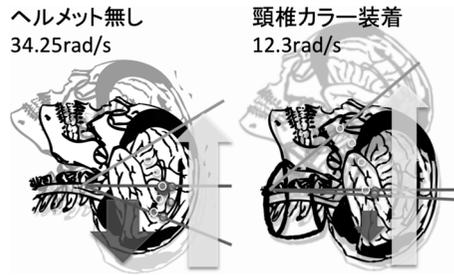


Figure 4 頸椎カラー装着有無による頭部外傷危険度



Figure 2 ヘルメット装着時の頭部角速度変化幅



Figure 3 ヘルメット未装着時の頭部角速度変化幅

Figure 1 に示す①は、 t_1 (時間)における θ_1 (角度)を示している。

結 果

Figures 2-3 に一般的な頭部予防具（ヘルメット）装着の有無による頭部外傷危険値を示す。

Figure 2 より転倒時にヘルメットを装着することで、転倒時における頭部角速度変化幅は、27.62 rad/s であった。

次に、Figure 3 より転倒時に頭部に予防具等を装着することなく転倒した場合における頭部角速度変化幅は、34.25 rad/s であった。

今回の実験では、ヘルメットを装着することにより僅かな頭部角速度変化幅の低下が見られるものの、ヘルメットの装着有無にかかわらず角速度変化幅を基準とした、頭部外傷危険度には大きな変化は見られなかった。

そこで、角速度変化幅に起因した頭部における震盪外傷を予防することを目的として、震盪外傷発症の主な起因となる頭部の前後方向への回転運動を抑制することを目的として頸椎カラー装着による頭部外傷予防効果についても実験を行った。

その結果、Figure 4 より頸部カラーを装着することで角速度 12.3 rad/s と装着無しに比べて 1/2 以下に低下した値が得られた。

考 察

ダミー人形を用いた転倒における頭部外傷予防具の予防効果について検証実験を行った結果、ヘルメットなどの予防具を着用することは転倒接地時にヘルメットが変形することで材質変形による接触時間の延長によりヘルメット無しに比べて衝突加速度が著しく低下すると考える。

しかしながら、頸部を起点とした頭部の角速度変化によって生じる震盪外傷などの頭部外傷に対して、ヘルメットを装着することは角速度 24.65 rad/s と、ヘルメット無しの角速度 30.25 rad/s より低い値であるが、震盪外傷の危険水準である 20 rad/s を越える値でありこのような、一般的な頭部外傷予防具は頭部外傷を予防するうえで十分な予防対策でないことが明らかとなった。

しかし、頸椎カラー等の頭部の前後運動を抑制することが可能な予防具を装着することで、角速度変化幅は 12.3 rad/s と装着無しの 1/2 以下に低下した値が得られた。このことから、震盪外傷に起因した頭部外傷予防には、頭部の動きを抑制することが極めて重要である。

以上の実験結果から、震盪外傷に起因した頭部外傷予防には、頭部の動きを制限する頸椎カラーに似た形状の予防具の開発が必要であることを明らかとした。

本研究より、頭部予防具の予防特性を明らかにし、受傷機転に応じた新しい予防具の方向性を提示した。このことは、頭部外傷予防の新しい取り組みとして、臨床現場で使用可能な形の予防具の開発が求められると考える。

引用文献

白水洋史 2001 当院における頭部外傷の動向 広島医学, 54, 297-300
 宮田 圭 2011 高齢者重傷頭部外傷の臨床的特徴と積極的加療における転帰について 神経外傷, 34, 39-45
 山中 真 2011 床材質と姿勢変化による頭部外傷評価 BMSFA, 13(2), 45-53

(受稿: 2013.1.15; 受理: 2013.2.15)