

着心地に配慮したヒッププロテクターの試作開発とその評価

松岡敏生^{*}，新木隆史^{*}，斎藤 真^{**}

Development and Evaluation of Hip Protectors Considering Wearing Comfort

Toshio MATSUOKA, Takashi SHINKI and Shin SAITO

1. はじめに

高齢者は身体機能が低下し、わずかな段差などでも転倒しやすく、その転倒によって大腿骨頸部骨折を引き起こすことも多い¹⁾。高齢社会の到来とともに、大腿骨頸部骨折の患者数も増加しており、大腿骨頸部骨折は寝たきりの生活を余儀なくされる場合も少なくないため、その予防が望まれている。この大腿骨頸部骨折を予防するための用具として、転倒時の衝撃を緩和するヒッププロテクター（Hip Protector，以下 HP）が市販されている。市販の HP はアンダーウエアタイプのもが多いが、装着により圧迫感があることや動きにくくなること、また、装着が煩雑なことなど使用性に問題が見受けられ、その不便さのため継続した使用が少ない²⁾。この問題に対して、我々はこれまでに着脱が容易で扱いやすい新たな形状のプロテクターを提案している³⁾。本報告では、我々が提案している着衣の上から装着するタイプの HP を用いて、HP の性能評価を行うとともに、衝撃吸収材が着心地に及ぼす影響を検討したので報告する。

2. 実験方法

2.1 HP の要求項目調査

HP の設計にあたり、要求事項を階層分析法（Analytic Hierarchy Process，以下 AHP 法）⁴⁾により調査した。AHP 法とは、ある事柄についての意思決定を、問題、評価基準、代替案という階層構造と

して捉え、分析する方法である。ここでは、HP の設計という問題に対して、まず、評価基準を明らかにし、設計の要求事項を求めた。AHP 法による評価項目は衝撃吸収性、着用者による着脱性、介護者による着脱性、着用者の動作性、着心地、耐久性、取り扱いやすさ、デザイン、価格の 9 項目として、5 段階で評価させた。対象者は、看護、介護の専門職員等の中間ユーザー 49 名とした。

2.2 試料

HP に用いる衝撃吸収材として、表 1 に示した 3 種類（A，B，C）のフォーム材を組み合わせ、形状は同一で衝撃吸収材のみが異なる 7 種類 of HP を試作した。フォーム材は、市販の代表的な材料を選択し、その特徴として、A は軟質ウレタン、B はシリコンゲル、C は低反発ウレタンである。各フォーム材の厚さは 7mm で、これらを 2 または 3 枚組み合わせ（例えば、AA：A を 2 枚重ね、ABC：A，B，C を 3 枚重ねで、人体側が C）、衝撃吸収材とした。市販 HP の衝撃吸収部の厚みが 20mm 程度であることから厚さを設定し、予備実験から装着性と衝撃吸収性を実現できる組み合わせを選択した。試料の詳細を表 2 に示す。衝撃吸収能については、市販品との性能比較を行うため、7 種類の試作 HP に加え、市販の HP を 2 種類（No.8，No.9）も用いた。

表1 フォーム材の詳細

Symbol	Weight (g) 27×18cm	Tensile Strength	Elongation
A	20.4	127	-
B	85.1	490	200
C	29.0	49	100

* 医薬品・食品研究課

** 三重県立看護大学

表2 試料の詳細

Symbol	Structure	Symbol	Structure
No.1	AAA	No.5	CCC
No.2	BBB	No.6	AC
No.3	BAC	No.7	BC
No.4	ACC		

2.3 物理特性の測定

試料の物理特性として、試料の圧縮特性と衝撃吸収能を評価した。圧縮特性は、49Pa 付加時の厚さ (T0)、4.9kPa 付加時の厚さ (TM)、圧縮特性の直線性 (LC)、圧縮仕事量 (WC)、圧縮のレジリエンス (RC) を圧縮試験機 (KES-FB3, カトーテック (株) 製) を用いて測定した。衝撃吸収能は、錘を自由落下させたときの衝撃荷重及び衝撃加速度を荷重計 (CLA-5KNA, 東京測器 (株) 製)、加速度計 (ARE-5000A, 同) を用いて測定した。高齢者が転倒した時の衝撃は 2100 ~ 3400N¹ であることから、荷重 3kg、錘の落下高さ 15cm、サンプリング周期 5kHz にて 5 回測定した。

2.4 着用による官能検査

衝撃吸収材の異なる HP を被験者に着用させ、簡単な動作を行わせ、着心地を SD 法 (Semantic Differential) により評価した。評価項目は、動きやすさ (歩行)、着けやすさ、脱ぎやすさ (排泄時の動作)、パッド部分のフィット性、パッドの衝撃吸収性、安全性、着け心地、HP の重さ、総合的な評価とし、着用順序はランダムとした。被験者は歩行・起立動作が行える成人女性 12 名 (21 ~ 22 歳) および 60 代、70 代の高齢者 11 名 (男性 2 名、女性 9 名) とした。なお、骨粗鬆率が高く転倒による骨折のリスクが高い女性被験者を多く採用した。

3. 結果と考察

3.1 要求事項の評価結果

表 3 に AHP 法により得られた要求の重視度を示す。表 3 より HP の要求項目として、着用者の動作性、着心地、衝撃吸収性が重視されるという結果となった。これらの結果より、HP 着用時の動作性、着脱性及び着心地の評価を官能検査により行った。衝撃吸収性に関しては衝撃吸収能の評価を行った。

3.2 衝撃吸収能の評価結果

衝撃荷重及び衝撃加速度の測定結果より、衝撃荷重は最大値、加速度は振幅により評価した。衝撃荷

重と加速度の間には正の相関があったので、衝撃荷重値を衝撃吸収能として、図 1 にその結果を示した。ブランク時の衝撃荷重に対して、試作品は 38% ~ 70% の衝撃吸収率であり、市販品と同等か、

より衝撃を吸収しており、HP の衝撃吸収材として実用的に使用できることがわかったため、これらの試料を官能検査に供した。

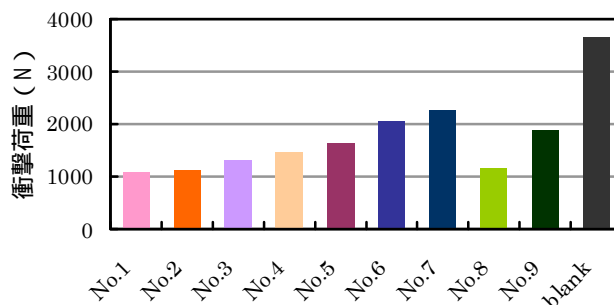


図 1 衝撃吸収能の評価結果

3.3 官能検査結果

図 2 に成人女性の着心地評価結果を、図 3 に高齢者の評価結果を示す。図 2 より、No.1, No.2 はパッド部分のフィット性、着け心地の評価が低く、No.6, No.7 は動きやすさ、着けやすさ、脱ぎやすさ、パッド部分のフィット性、着け心地、総合的な項目で評価が高かった。No.1, No.2 は衝撃吸収能が高かった試料で、No.6, No.7 は 2 枚重ねで、軽い試料である。成人女性の結果と高齢者の結果の相関関係を調べた結果を表 4 に示す。パッドの衝撃吸収性を除き、高い正の相関があった。すなわち、着用による着心地官能検査は、成人女性による評価で高齢者の結果を予測できることが示唆された。

3.4 物理特性と官能検査結果の関係

成人女性の着心地の平均嗜好度と圧縮特性の相関関係を調べた結果、動きやすさは T0, TM と、着けやすさおよび脱ぎやすさは RC, TM と、パッド部分のフィット性、着け心地および総合的な評価は TM とそれぞれ有意な負の相関が見られた。すなわち、

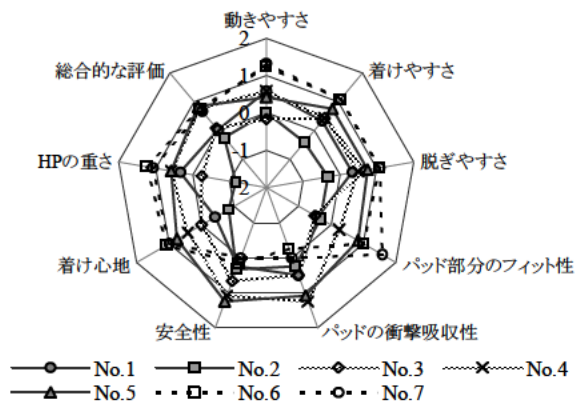


図2 官能検査結果（成人女性）

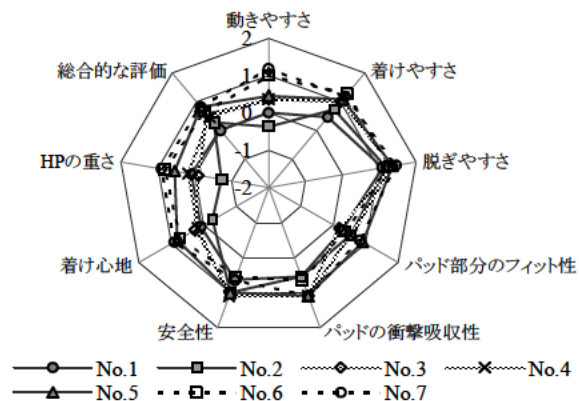


図3 官能検査結果（高齢者）

表4 成人女性と高齢者の官能検査結果の関係

項目	相関係数
動きやすさ	0.80 *
着けやすさ	0.70
脱ぎやすさ	0.64
パッドのフィット製	0.69
パッドの衝撃吸収性	0.43
安全性	0.79 *
着け心地	0.92 **
HPの重さ	0.97 **
総合的な評価	0.74

** $p < 0.001$, * $p < 0.05$

圧縮時の試料厚さ TM が薄いほど動作性、着脱性、フィット性、着心地が良いこと、圧縮の回復性が悪いほど着脱性が良いことが分かった。これらの結果より、衝撃吸収材の圧縮特性は着心地に影響を与えることが明らかになった。高齢者の平均嗜好度と圧縮特性の相関関係を調べた結果、成人女性と同様の傾向であったが、一部の項目でしか有意な相関は見られなかった。

4. まとめ

新しい形状の HP を提案し、HP の衝撃吸収材が着心地に及ぼす影響を検討した結果、以下のようなことが分かった。

- (1) HPには、着用者の動作性、着心地、衝撃吸収性が重要視されることが分かった。
- (2) 衝撃吸収能としては、今回使用した試料 (No.1~5) は市販品 (No.8, 9) と同等か、より高い衝撃を吸収しており、HPの衝撃吸収材とし

て実用的に使用できることが分かった。

(3) 着用時の試料厚さが薄いほど、動作性、着脱性、着心地が良いことが分かった。

(4) 着心地官能検査から、高齢者の着用感は成人女性の着用感と相関があることが分かった。

(5) 衝撃吸収材の圧縮特性は着心地に影響を与え、圧縮特性から着心地が予測できることが分かった。今後、圧縮特性から衝撃吸収部分を再設計し、高齢者施設でのモニタリングを行う予定である。

謝辞

着用実験を行うにあたり、協力いただいた国民健康保険志摩市民病院品川まり子氏及び被験者の方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小池達也ほか：“ヒッププロテクターによる大腿骨頸部骨折の予防”. Geriatric Medicine, Vol.44, No.2, 187-193(2006)
- 2) Parker MJ, et al. : “Effectiveness of hip protectors for preventing hip fractures in elderly people : systematic review”. BMJ, 332, 571-574,(2006)
- 3) 伊藤利恵ほか：“着心地と着脱性に配慮したヒッププロテクターの提案”. 日本人間工学会東海支部2009年研究大会論文集, 28-29(2009)
- 4) 杉山和雄, 井上勝雄：“EXCELによる調査分析入門”.海文堂. p119-128(2007)

(本研究は法人県民税の超過課税を財源としています)

