

国際医療福祉大学審査学位論文（博士）

大学院医療福祉学研究科博士課程

高齢者における転倒予測の評価に関する研究
—歩行時暗算課題を用いて—

2020年度

保健医療学専攻・理学療法学分野・基礎理学療法学領域

学籍番号：18S3038 氏名：張明東

研究指導教員：小野田 公

副研究指導教員：丸山 仁司

高齢者における転倒予測の評価に関する研究

－歩行時暗算課題を用いて－

要旨

【目的】歩行時暗算課題を用いた新しい転倒予測評価法を開発し、高齢者の転倒との関係を明らかにすることである。

【方法】対象者は、在宅健常高齢者 113 名（70.5±5.6 歳）であり、転倒群と非転倒群の 2 群に分けて検討した。新しい転倒予測評価の開発のため暗算課題の最適な難易度を検討した。次に歩行時暗算反応時間と転倒との関係を検討した。また、開発した評価法の妥当性を検討するため、従来の転倒予測評価法である Timed Up and Go Test (TUG) と比較検討した。

【結果】転倒群の歩行時暗算反応時間は、有意に延長した。転倒を従属変数としたロジスティック回帰分析と ROC 曲線より、歩行時暗算反応時間の cut-off 値は 1.132 sec であり、感度は 94%、特異度は 57%であった。TUG の cut-off 値は 10.6 sec であり、感度は 78%、特異度は 56%であった。歩行時暗算反応時間は、TUG より高く検出できることが明らかになった。

【結論】高齢者における歩行時暗算反応時間を用いた転倒予測は有用であることが示唆された。

キーワード：転倒，評価，暗算反応時間，高齢者

Assessment of Risk of Falls in The Elderly Using Mental Arithmetic Reaction Time Measurement When Walking

Abstract

[Objective] The purpose of this study was to develop a new evaluation method of fall risk using the mental arithmetic reaction time (MA-RT) during walking and the MA-RT is to examine the relationship with falls in the elderly. [Method] A total of 113 (aged 70.5 ± 5.6 years) elderly individuals were divided into the fall group or the no-fall group. First, for the purpose of predicting falls, the degree of difficulty of mental arithmetic in elderly individuals was examined. Second, the relationship between MA-RT during walking and falls was tested in elderly individuals. In addition, in order to examine the validity of the simple evaluation method, a comparative study was conducted with TUG, which is a conventional evaluation method used for fall prediction. [Results] The fall group showed delayed MA-RT than the no-fall group. In the logistic regression analysis with fall as an induced variable, the MA-RT was selected, and the cutoff value of the MA-RT was 1.132 sec, the sensitivity was 94% and the specificity was 57% according to the cross-table by the cutoff value. The cutoff value of the TUG was 10.6 sec, the sensitivity was 78% and the specificity was 56%. The detection of MA-RT during walking was better to that of TUG. [Conclusion] MA-RT is reliable and useful for the risk evaluation of falls in the elderly.

Key words: Falls, Evaluation, Mental arithmetic reaction time, Elderly

| | |
|--------------------------------------|----|
| 第1章 序論..... | 1 |
| 1.1 本研究の動機と背景..... | 2 |
| 1.2 先行研究の現状..... | 4 |
| 1.3 本研究の目的と概要..... | 5 |
| 1.4 倫理的配慮..... | 6 |
| 第2章 携帯式暗算反応時間測定装置の作製..... | 7 |
| 2.1 暗算反応時間装置の概要..... | 8 |
| 2.3 データの解析方法..... | 11 |
| 2.4 実験装置の特徴..... | 12 |
| 第3章 暗算課題の難易度についての検討..... | 13 |
| 3.1 目的..... | 14 |
| 3.2 対象と実験方法..... | 14 |
| 3.3 結果..... | 16 |
| 3.4 考察..... | 18 |
| 3.5 結語..... | 19 |
| 第4章 歩行時暗算反応時間を用いて高齢者における転倒予測の評価..... | 20 |
| 4.1 目的..... | 21 |
| 4.2 対象と実験方法..... | 21 |
| 4.3 結果..... | 24 |
| 4.4 考察..... | 30 |
| 4.5 結語..... | 32 |
| 第5章 総括..... | 33 |
| 5.1 本研究の結論..... | 34 |
| 5.2 本研究の特徴..... | 34 |
| 5.3 本研究の限界と今後の展望..... | 35 |
| 謝辞..... | 36 |

| | |
|----------------------|----|
| 文献一覧..... | 37 |
| 付録 1. 調査表（日本語） | 40 |
| 付録 2. 募集広告..... | 41 |

第1章 序論

1.1 本研究の動機と背景

高齢化は、すべての人、男性、女性、子供に影響を与える世界的な現象である。一般的な国際的見解では、国または地域の人口が 60 歳以上で総人口の 10%を占める場合、または 65 歳以上の人口が総人口の 7%を占める場合に、その国または地域が高齢化社会に入ったことを意味する。フランスの高齢化人口が 19 世紀中期に 7%を達して以来、世界の 100 を超える国々も高齢化社会に突入した。

中華人民共和国（以下 中国）では、急速に高齢者数が増加し、高齢化の規模が世界的に最大の国家となり、社会問題と捉えられている。2019 年末のデータにおいて、中国の 65 歳以上の高齢者は、すでに 17693 万人おり、総人口の 12.6%を占めていた¹⁾。このような高齢者人口の増加に伴い、高齢者の健康や介護、特に転倒は、重大な公衆衛生問題として広く注目されている。高齢者が急増している中国では、転倒予防のための簡易的に予測できる評価方法が必要である。

本研究では転倒の定義を、Gibson が提唱している「他人による外力、意識消失、脳卒中などにより突然発症した麻痺、てんかん発作によることなく、不注意によって、人が同一平面あるいはより低い平面へ倒れる」とした²⁾。世界保健機関の推定によると、毎年約 424,000 件の転倒が報告されている²⁾。転倒の発生率は、国により異なり、日本では年間発生率は 20%、米国では 22~34%、中国では 14~34%である⁴⁾。さらに、転倒を報告した人の 60~75%が負傷し、骨折は全負傷の 6~8%を占めていた⁵⁾。また、高齢者の転倒後には再度の転倒を恐れているため、著しく ADL を低下させる転倒後症候群の影響があり、高齢期における重要な問題である。

高齢者の転倒予防への研究は、最初に 1948 年に J.H. Sheldon が「The Social Medicine of Old Age」に高齢者の転倒の重要性を報告している⁶⁾。その後、高齢者の転倒に対する関心は増大し、1960 年代頃からは、疫学や背景因子などの報告があり、さらに報告は増加している⁷⁾。

転倒のリスク因子は、環境などの外因性リスクと本人の特性に関連する内因性リスクに大別できる。外因性リスクには、不適切な靴、滑りやすい床、暗いまたは明るすぎる照明などの転倒しやすい環境、荷物を持っている、焦った状況など転倒の発生しやすい状況などであり、内因性のリスク因子と重なることで転倒が発生しやすくなる。内因性リスクとしては、バランス障害、筋力低下、視力障害、薬剤などさまざまなものが知られている。一方、認知・心理・行動面からは注意機能、抑うつ状態、認知機能、転倒恐怖感、見当識障害などが報告されている⁸⁻¹⁴⁾。転倒に関して様々なリスク因子があるために予防をするために多面的な評価が必要である。

高齢者の転倒要因には、運動機能の低下に加え、認知機能の低下により外界の状況を同時処理できないことも挙げられている¹⁵⁾。そのため、運動機能・認知機能に同時処理能力に関する転倒予測の評価方法を考案する必要がある。注意機能は、高次脳機能の基盤であり、認知機能における役割が重要であるとされている¹⁶⁾。課題を遂行するために払う注意資源量は人によって一定であり、複数の課題を行う際には注意資源を分け合うことが可能とされている¹⁷⁾。加齢に伴い注意資源量が減少し、効果的に注意資源を配分することが困難になる。高齢者は、一つの課題を集中して行った時に比べて、複数の課題を同時に行う際に課題の完成度が低下する。Lundin-Olssonらは、歩行中に話しかけられて立ち止まる高齢者は、転倒リスクが高くなることを報告し¹⁸⁾、これ以降に二重課題と転倒との関連に関する研究が注目された。高齢者が計算などの課題を実施しながらの歩行では、歩行速度が遅延することや歩行時の動揺が大きくなること、不安定になることが報告されている¹⁹⁻²²⁾。その要因として、二重課題時の注意配分機能に影響を与えることが報告されている²³⁻²⁴⁾。歩行能力が低下している高齢者では、自身の歩行への注意量が大きな割合を占めることになる。この状態で、他の事象（計算課題など）へ注意が向くことで、歩行への注意量が減少し、結果的に歩行速度の低下や、姿勢動揺の増大として現れる。

近年では、転倒予防の研究は世界各国で実施されており、その中で二重課題法を用いた転倒予防に関する研究が行われている²⁵⁻³⁰⁾。しかし、これらの研究報告は、先進国にお

ける高齢者を対象とした研究が多く報告されている。世界でアフリカ大陸と中国の高齢人口の割合は急速に増大し、高齢化社会に突入しており、それに伴って転倒事故などを増えることを想定できると思われる。しかし、アフリカ大陸や中国において転倒に関する研究は未だ少ない状況である³¹⁾。

高齢化社会を背景に、世界各国の文化、言語、生活習慣および医療水準を異なる現状である。実用性を重視し、言語の制限もなく、医療資源を使用としない転倒予防への評価方法を開発することが必要であると考えられる。特に高齢化が激増している中国での簡易的な評価方法や導入が待たれている。

1.2 先行研究の現状

著者の先行研究において、暗算反応時間測定方法の信頼性と測定回数の信頼性を証明した。暗算反応時間測定方法の信頼性において、30名の高齢者を対象として、安静立位時の暗算反応時間と自由歩行時の暗算反応時間を測定した。測定は2セット繰り返して行い、その測定間の信頼性を検討した。結果では、級内相関係数は安静立位時が0.92であり、高い信頼性を示した。同時に歩行時が0.97であり、高い信頼性も示した。

暗算反応時間測定回数の信頼性において、同じ30名の高齢者を対象として、安静立位時の暗算反応時間と自由歩行時の暗算反応時間を測定した。歩行時暗算反応時間の測定回数は3回以上で級内相関係数が0.90を超え、信頼性の高い結果を示した。そのため、より信頼性を上げるため10回程度の測定が必要と考えた。高齢者が対象のため疲労を注意しながら、測定を進めた方が良いと考えられる。本研究では、暗算反応時間の測定回数は10回に設定し、その平均値を代表値として使用した。

暗算反応時間測定方法では、装置の持ち運びや操作が簡単で、場所の制限を受けない。将来的には、高齢者の転倒予防のための評価方法としても使用できると考える³²⁾。

1.3 本研究の目的と概要

本研究の目的は、歩行時暗算課題を用いた新しい転倒予測評価法を開発し、高齢者での転倒の関係を明らかにすることである。

第2章では、携帯式暗算反応時間測定方法と測定システムの作製方法を紹介する。

第3章では、高齢者における転倒リスク評価に適する暗算課題の難易度を検討した。

第4章では、高齢者における歩行時暗算反応時間を用いた転倒リスクの評価方法を作成した。また、評価方法の妥当性を検討するため、転倒予測に用いられる従来の評価法である Timed Up and Go Test, Trail Marking Test Part-A との比較検討を行った。

これらの研究目的と概要を図1-1に示す。

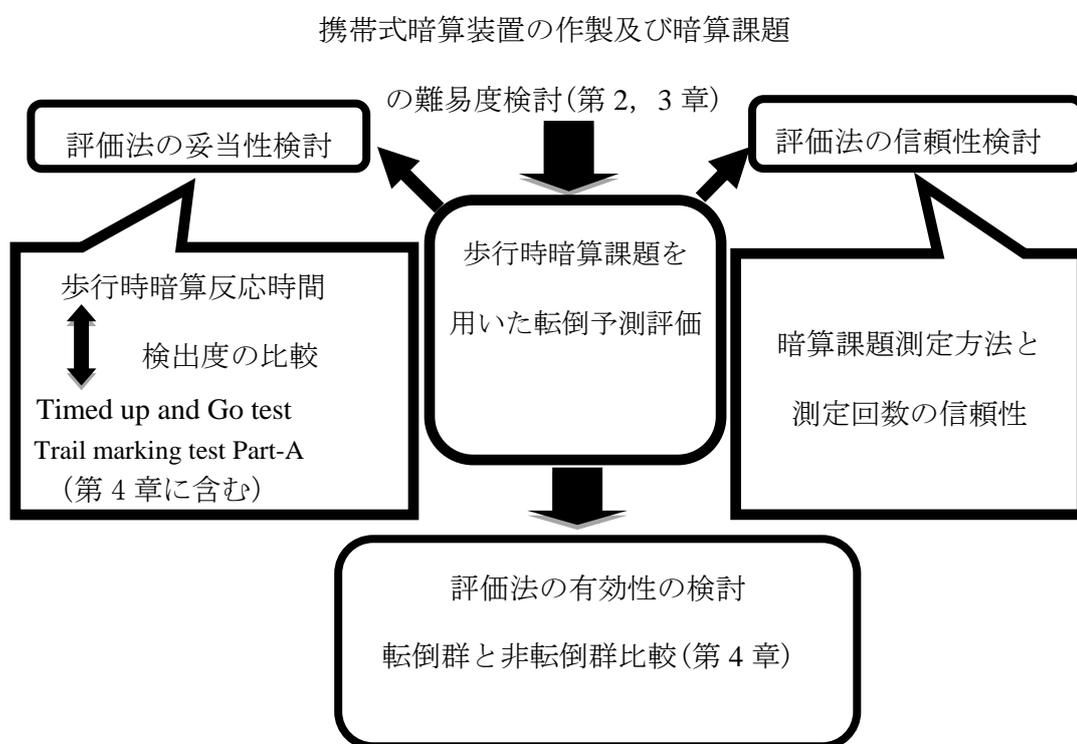


図 1-1 研究目的・概要の関連図

1.4 倫理的配慮

本研究は, 国際医療福祉大学倫理委員会の承諾を得たうえで行った(認証番号 18-Io-133, 20-Io-53). 協力していただく対象者に対しては, 研究目的, 方法, 協力にともなう利益, 不利益, 参加の自由意志, プライバシーの保護, また, データ管理方法などについて説明し, 承諾を得た. 実施の際には特にプライバシーには十分配慮して行った.

第 2 章 携帯式暗算反応時間測定装置の作製

2.1 暗算反応時間装置の概要

通常、音刺激での反応時間測定は、予告信号音（「ヨーイ」など）後に刺激信号音が鳴り、刺激音後にできるだけ速く動作（本研究では発声）するまでの時間を測定する。本研究では、携帯式プローブ反応時間測定システム（HUO MING・特開 2009-101116）を用いて、反応時間測定時の刺激信号音を暗算問題に換え、測定システムを作製した。

以下にその概要を示す。

2.1.1 暗算反応時間装置の機器構成

暗算反応時間測定システムは、デジタルオーディオプレーヤー（SONY・JAPAN 製）、ICレコーダー（Panasonic, JAPAN 製）やヘッドセット（ELECOM, JAPAN 製）を使用した。

2.1.2 暗算音刺激ファイルの作製

実験準備として暗算用質問（暗算問題音刺激）ファイルを作成した。パーソナル・コンピュータ上で音声処理ソフト DigiOnSound 5（デジオン社製）を用いて、予告信号“ヨーイ”と暗算用質問（加算と減算問題）を録音した暗算音刺激ファイルを作成した。デジタルオーディオプレーヤーに取り込み、ヘッドセットとつなげて、携帯式暗算反応時間装置を作製した（図 2-1）。暗算反応時間の測定では、刺激に先立ち予告信号を入れることで応答時間のバラツキを小さくすることが一般的である³³⁾。本研究では、暗算用質問の 2~3 秒前に予告信号を入れた³⁴⁾。また、暗算用質問ファイルの作成に乱数表を使用して暗算用質問をランダムに録音し、1 問につき 5~7 秒程度の時間間隔を設定した²⁹⁾。

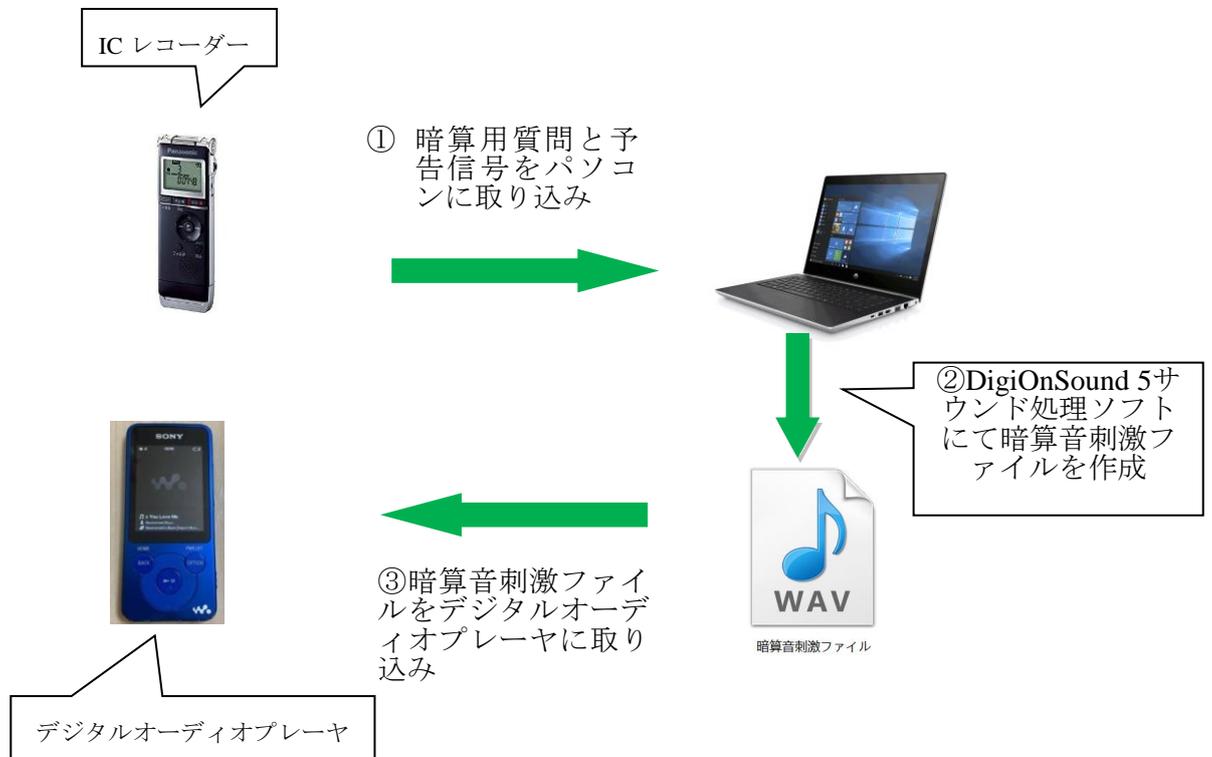


図 2-1 暗算音刺激ファイルの作製

暗算音刺激ファイルは、矢印に示すような手順で作製した。

2.2 測定方法

歩行時暗算反応時間の測定は，対象者に携帯式暗算反応時間装置を装着する（ヘッドホンは右側耳部に装着）．ヘッドホンから暗算用質問が聞こえたらできるだけ速く回答するように説明した．また，「暗算質問と歩行を両方集中してください」と指示した．暗算質問と対象者の答えは，デジタルオーディオプレーヤーに録音した（図 2-2）．録音されたサウンドファイルの拡張子は WAV 形式であり，1 サンプルの精度は 4 ビットに設定した．また，測定結果を正確にするため，暗算質問の音量はすべての対象者においてよく聞き取れるレベルに設定し，記録する前に 3 つの暗算質問を練習として行った．

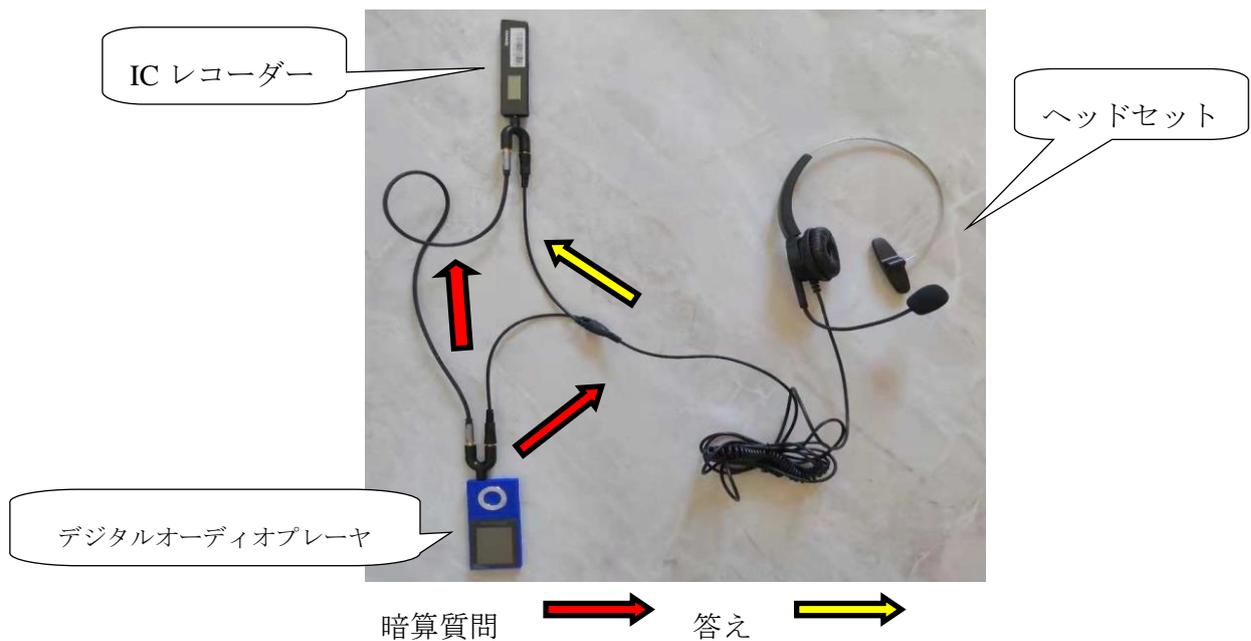


図 2-2 暗算反応時間測定方法

デジタルオーディオプレーヤーから再生する暗算刺激音はヘッドセットを通して対象者に聞かせながら IC レコーダーに録音した．さらに，対象者の応答音はマイクを通して同じ IC レコーダーに同一の音声ファイルに録音する仕組みである．

2.3 データの解析方法

録音した音響データファイルをパーソナル・コンピュータに取り込み、サウンド処理ソフト（DigiOnSound 5）で分析を行った。測定精度は 1 msec に設定した。暗算用質問信号終了位置から応答信号開始位置までを選択し、暗算反応時間を得た（図 2-3）。暗算用質問信号の終了位置および応答信号の開始位置は、1 人の検者の視覚的判断により測定した。

測定バラツキを減らすために、正答した結果のみを採用し、正答率は 89%であった。誤った回答や聞き取れにくい回答は除外した。

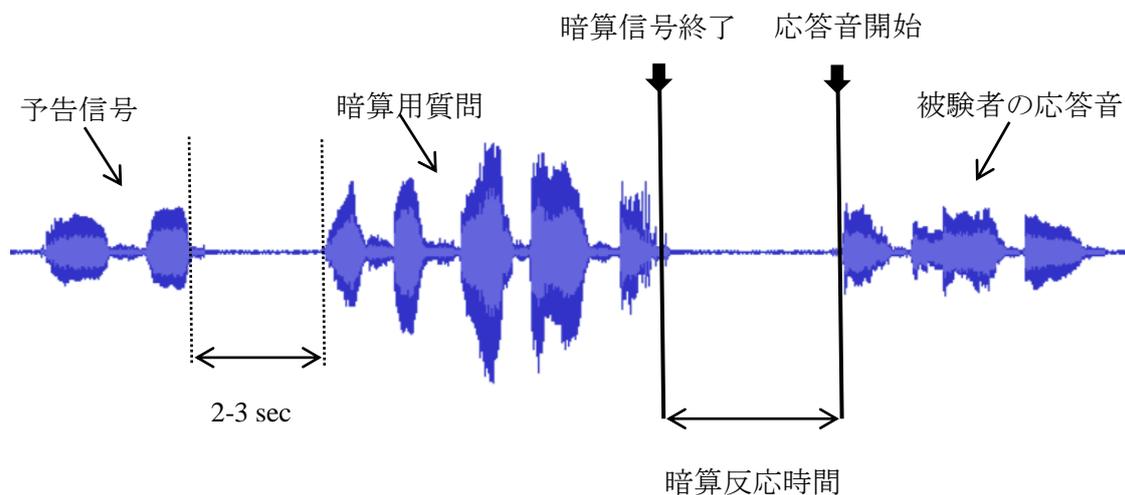


図 2-3 暗算反応時間測定構成図

一番左の波形は予告信号，次の波形は暗算用質問，一番右の波形は対象者の応答音である。暗算用質問信号終了位置から応答信号開始位置までの時間の遅れは暗算反応時間とする。

2.4 実験装置の特徴

本研究で使用した実験装置の特徴は、軽量で携帯式となり、精度が高く、安価である。また、測定データの分析と保存が簡単である。

1) 軽量で携帯式となる。

デジタルオーディオプレーヤーは軽量で 31 g であり、IC レコーダーは 50 g である。また、ヘッドセットは 100 g で、合計 181 g である。全ての機器は、小型な機器のため対象者は携帯することが可能である。

2) 精度が高い。

サウンド処理ソフトは 1 msec 以上の測定可能がある。パーソナル・コンピューターのディスプレイのサイズにあわせるため、データ測定時に 10 mm の長さで 5 msec となるように設定した。

3) 安価である。

測定装置はサウンド処理ソフト (8,000 円)、デジタルオーディオプレーヤー (6,000 円)、IC レコーダー (5,000 円)、ヘッドセット (1,500 円) で、合計 20,500 円である。

二重課題の自主練習時は、暗算用質問音声ファイルをスマートフォンなどの携帯電話に取り入れて代用できるため安価に運用が可能である。

4) 測定データの分析及び保存が簡単である。

測定データをパーソナル・コンピューター内に保存でき、サウンド処理ソフトを用いて、録音したデータはそのまま解析できる。

第3章 暗算課題の難易度についての検討

3.1 目的

暗算課題として2桁の加算と減算質問の7つの組み合わせを作成した。本章の目的は、作成した暗算課題の組み合わせで暗算反応時間を測定し、高齢者のための適切な暗算課題を検討することである。

3.2 対象と実験方法

3.2.1 対象

対象者は、研究参加に同意の得られた中国長春市の在宅健常高齢者39名（男性11名、女性28名）であった。対象者の属性を表3-1に示す。39名のうち転倒経験者は13名であり、転倒者率は30%であった。

募集方法は、研究協力の募集広告を作成し、ボランティアとして自由応募により参加された。取り込み基準は、65歳以上、日常生活に支障なく、1人で外出可能であり、少なくとも2桁の加減法の暗算を自立で行える者とした。

除外基準は、過去1年以内に脳血管障害、心筋梗塞、狭心症発作を起こした者、高度な整形外科的疾患を有するもの、歩行機能障害が強く、または難聴があり検査遂行が困難と判断されたものとした。年齢、体重、身長共に両群に有意差はなかった ($p > 0.05$)。

表 3-1 対象者の属性 (n=39)

| | |
|----------|-----------|
| 年齢 (歳) | 73.4±4.7 |
| 身長 (cm) | 160.1±5.9 |
| 体重 (kg) | 61.7±6.7 |
| 平均値±標準偏差 | |

3.2.2 実験方法

測定項目は、安静立位時と自由歩行時の暗算反応時間であった。

運動課題は、安静立位と自由歩行であった。暗算課題は、2桁の加減法を用いた、繰り上げまたは繰り下げ原則の元で7つのグループを用いた（表 3-2）。

表 3-2 暗算課題において計算問題のグループ分け方法

| グループ | 組み合わせ方法 | 例 |
|--------------------|---------------------------|--------------------|
| A, (10~99) + (1~9) | 繰り上げなし（加算） | 12+3=15 |
| B, (10~99) - (1~9) | 繰り下げなし（減算） | 26-2=24 |
| C, (10~99) ± (1~9) | 繰り上げなし（加算）と 繰り下げなし（減算） | 13+1=14 16-1=15 |
| D, (10~99) + (1~9) | 繰り上げあり（加算） | 17+5=22 |
| E, (10~99) - (1~9) | 繰り下げあり（減算） | 21-6=15 |
| F, (10~99) ± (1~9) | 繰り上げあり（加算）と 繰り下げあり（減算） | 18+6=24 16-7=9 |
| G, (10~99) ± (1~9) | すべて混合の組み合わせ （加算と減算） | |

安静時暗算反応時間の測定は、最初に暗算課題のグループをランダムに選択して10回測定した。その後、対象者を10分間休ませて、次のグループを測定した。7つグループの暗算課題の測定が完了するまで、上述の測定を繰り返した。解析には10回の平均値を代表値として用いた。実験前に、実験内容を十分説明し、課題に慣れるために数回の練習を実施した。同様の手法を用いて歩行時暗算反応時間の測定を行った。

3.2.3 統計分析

各測定項目のセット間に反復測定による2元配置分散分析を用いて分析した。また、暗算課題の7つグループの対応のある分散分析をGreenhouse-Geisserの ϵ による自由度補正を適用し、多重比較にはBonferroni法を用いた。統計解析ソフトウェアはSPSS 22.0を用いて行った。有意水準は、5%とした。

3.3 結果

暗算反応時間について、暗算質問の難易度 (7) ×運動課題 (2) の 2 要因分散分析を実施した結果、暗算質問の難易度と運動課題ともに主効果を認めた(暗算質問の難易度:F(2, 64)=79.57, $p < 0.01$, $\epsilon = 0.72$, 運動課題(1,38) : F=42.43, $p < 0.01$). 交互作用は認めなかった(F(6, 228)=2.13, $p > 0.05$). Bonferroni 法による多重比較を実施した結果では、安静時暗算反応時間と歩行時暗算反応時間課題と共に A 群, B 群, C 群は最も速く, D 群, E 群, F 群は最も遅かった. G 群は A 群, B 群, C 群に比べ有意に遅く, D 群, E 群, F 群に比べ有意に速かった (表 3-3 ; 表 3-4). 運動課題については、安静時より歩行時の暗算反応時間が有意に遅かった($p < 0.01$).

結果から、暗算質問の難易度と暗算結果の「繰り上げ・繰り下げあり」と「繰り上げ・繰り下げなし」と関係しているといえる.

表 3-3 安静時暗算反応時間の結果 (sec)

| グループ | 安静立位 | p |
|--------------------------------|---------------|--|
| A. 繰り上げなし (加算) | 0.952 ± 0.058 | A < D, E, F, G** B < D, E, F, G** |
| B. 繰り下げなし (減算) | 0.989 ± 0.056 | C < D, E, F, G** D > A, B, C** |
| C. 繰り上げなし (加算) と繰り下げなし (減算) | 1.093 ± 0.056 | D < F* E > A, B, C, G** F > A, B, C, G** |
| D. 繰り上げあり (加算) | 1.696 ± 0.093 | A, B, C < G < D, E, F** |
| E. 繰り下げあり (減算) | 1.761 ± 0.098 | |
| F. 繰り上げあり (加算) と繰り下げあり (減算) | 1.818 ± 0.096 | |
| G. すべて混合の組み合わせ | 1.289 ± 0.059 | |

平均値±標準偏差* : p < 0.05, ** : p < 0.01

表 3-4 歩行時暗算反応時間の結果 (sec)

| グループ | 自由歩行 | p |
|---------------------------------|---------------|--|
| A. 繰り上げなし (加算) | 1.084 ± 0.059 | A < D, E, F, G** B < D, E, F, G** |
| B. 繰り下げなし (減算) | 1.160 ± 0.053 | C < D, E, F, G** D > A, B, C, G** |
| C. 繰り上げなし (加算) と 繰り下げなし (減算) | 1.228 ± 0.055 | D < F* E > A, B, C, G** F > A, B, C, G** |
| D. 繰り上げあり (加算) | 1.984 ± 0.100 | A, B, C < G < D, E, F** |
| E. 繰り下げあり (減算) | 2.019 ± 0.090 | |
| F. 繰り上げあり (加算) と 繰り下げあり (減算) | 2.097 ± 0.111 | |
| G. すべて混合の組み合わせ | 1.495 ± 0.069 | |

平均値±標準偏差 * : p < 0.05, ** : p < 0.01

3.4 考察

本研究の目的は、高齢者のための暗算反応時間測定に用いる暗算課題を検討することである。高齢者は加齢に伴い認知機能低下するため、認知課題の遂行能力が低下している。転倒傾向にある高齢者は、歩行能力低下により注意資源の中での歩行に向けられる注意量の割合が増大し、歩行以外の事象に注意に向けられるだけの余裕が減少、または消失する。その状態で歩行以外の事象（本研究では暗算質問）に注意を向けることで、歩行に対する注意量が急激に減少するため、歩行を中止せざるを得なくなることが考えられる。しかし、暗算課題などの認知課題は、注意量を呼び起こすことができると報告されている³⁵⁾。

本研究の暗算質問では2桁の加減法を用いた。繰り上げまたは繰り下げ原則による7つのグループに分けて比較した。その結果、繰り上げと繰り下げを含んでいる課題グループの暗算反応時間は、変化がないグループの暗算反応時間よりも延長することが示唆された。暗算課題の先行研究では、100 から順に7を引いた数を答えていく課題であり、課題により「1」「2」「3」など他の数字で引かれることもある^{26,36-37)}。そして、減算課題の数字が変化につれ、影響が異なることを報告している^{36,38)}。今回の結果より繰り上げ、繰り下げを含んでいる暗算は、難易度が高いと考えられる。

高齢者での暗算質問の難易度が低いと注意資源への影響が低くなると考える。また、難易度が高くなると転倒のリスクが高いことを報告している³⁹⁾。したがって、高齢者の測定に適した暗算質問を選ぶことが必要である。本研究の課題Gグループの暗算反応時間では最速と最遅グループの反応時間は差がなく、難易度を中等度と判断した。先行研究で使用する暗算課題は、質問数が少なく、繰り返し測定するため、対象者は質問の順番と回答を覚え、測定妥当性が低くなると考えられる。本研究では、課題Gグループは、すべて質問を混合し、1000以上の組み合わせの暗算問題があるため、測定妥当性に影響しないと考えられる。以上より、天井効果や床効果を避けること、重複問題の出題を避けることを考慮して、高齢者に最も適切な暗算質問は、課題グループGであることが示唆された。

3.5 結語

高齢者 39 名を対象として，安静時と歩行時に暗算課題として 2 桁の加算と減算質問の 7 つの組み合わせの暗算反応時間を測定した．本章の結果は以下にまとめる．

- (1) 繰り上げまたは繰り下げ原則は，暗算質問の難易度となる．
- (2) 高齢者に最も適切な暗算質問は，課題グループ G であることが示唆された．

第4章 歩行時暗算反応時間を用いて高齢者における転倒予測の評価

4.1 目的

本章の目的は、地域在宅健常高齢者を対象として、歩行時暗算課題を用いた新しい転倒予測評価法である暗算反応時間、注意機能、運動機能を評価し、高齢者における簡便な転倒予測指標を明らかにすることである。

4.2 対象と実験方法

4.2.1 対象

対象者は、中国長春市在宅健常高齢者 113 名であり、平均年齢は 70.5 ± 5.6 歳、性別は男性 38 名、女性 75 名であった。募集方法は、研究協力の募集広告を作成し、ボランティアとして自由応募により参加された。取り込み基準は、65 歳以上、日常生活に支障なく、1 人で外出可能であり、少なくとも二桁の加減法の暗算が自立している者とした。

除外基準は、過去 1 年以内に脳血管障害、心筋梗塞、狭心症発作を起こした者、高度な整形外科的疾患を有するもの、歩行機能障害が強く、または難聴があり検査遂行が困難と判断されたものとした。

対象者を過去 1 年間の転倒歴の有無で転倒群と非転倒群に分けた。年齢、体重、身長共に両群に有意差はなかった ($p > 0.05$)。対象者の属性を表 4-1 に示す。

表 4-1 対象者の属性

| | 非転倒群 (n=82) | 転倒群 (n=31) | p |
|---------|----------------|---------------|-----|
| 年齢 (歳) | 70.3±5.6 | 70.8±5.8 | n.s |
| 体重 (kg) | 62.6±9.3 | 59.4±7.8 | n.s |
| 身長 (cm) | 160.3±7.2 | 159.0±7.4 | n.s |

n.s: $p > 0.05$; 群間に有意差がない。

4.2.2 転倒歴

質問紙調査にて過去 1 年間の転倒の有無により、それぞれ転倒群と非転倒群の 2 群に分けて検討した。なお、転倒歴の定義は、介護予防・日常生活支援総合事業を利用する際に使用される。基本チェックリストの「この 1 年間に転んだことがありますか」から引用し、過去 1 年間の転倒の有無とした⁴⁰⁾。本研究の転倒者率は 27.4%であった。なお、転倒は、「他人による外力、意識消失、脳卒中などにより突然発症した麻痺、てんかん発作によることなく、不注意によって、人が同一平面あるいはより低い平面へ倒れる」と定義した²⁾。

4.2.3 暗算反応時間の評価

評価項目は、安静時暗算反応時間、歩行時暗算反応時間とした。安静時暗算反応時間の主課題は安静立位、歩行時暗算反応時間の主課題は自由歩行運動、第 2 課題は暗算質問に対する口頭での応答課題とした。測定方法は、第 3 章と同様であり、作製した携帯式暗算反応時間装置を用いた。

4.2.4 注意機能評価

注意機能評価には、注意の選択機能を視覚的に評価する尺度として広く用いられる Trail Marking test Part-A（以下 TMT-A）を用いた。この TMT-A は注意機能の机上検査法としての信頼性と妥当性がすでに確認され⁴¹⁾ 転倒予防の評価に有用であることが確認されている¹⁵⁾。紙面上にランダムに配置された 1 から 25 までの数字を小さい方から順に線で結んでいき、実施時間を評価指標として記録した。

4.2.5 運動機能評価

運動機能については、Timed Up and Go Test（以下 TUG）、10 m 自由歩行速度を測定した。

TUG は、動的立位バランスの指標として測定した。測定は、Podsiadlo と Richardson の

方法に従った⁴²⁾。測定回数は2回とし、解析には2回の平均値を代表値として用いた。

10 m 自由歩行速度は、歩行時暗算反応時間の測定と同時に30 mの直線歩行路の10 mと20 mの地点にラインを引き、対象者に普段の速度で歩くように指示し、中間の10 m歩行の所要時間を記録した。測定回数は2回とし、その平均値を用いて自由歩行速度を求めた。

4.2.6 統計学的処理

統計解析は、差の検定は対応のないt検定、相関はピアソン相関係数、転倒発生と各要因との関連についてはロジスティック回帰分析、Receiver-Operating-Characteristic 曲線（以下ROC 曲線）（転倒を状態変数とした）を用いた。ロジスティック回帰分析の適合性は、Hosmer と Lemeshow の検定で判断した。ROC 曲線の評価から感度と特異度との和が最大になる点を cut-off 値と判断した。ROC 曲線はスクリーニング検査などの精度の評価や従来の検査と新しい検査の比較に用いられ、視覚的に回帰式の優劣を見る方法である。曲線により下方に囲まれる面積（Area under the curve ; AUC）が大きいほど、そのモデルの適合性は高いことを示す。なお、すべての統計解析はSPSS 22.0を用いて行った。有意水準は5%とした。

4.3 結果

転倒歴の調査結果によると転倒群の転倒時の動作は、歩行が最も多く（58%）、その他は階段昇降、入浴時であった（表 4-2, 図 4-1）。また、転倒の原因には、滑りが最も多く（45.2%）、その他の原因は、つまづき、動揺、その他であった（表 4-3, 図 4-2）。

表 4-2 転倒時の状況 n=31

| | 人数（人） | 比率（%） |
|------|-------|-------|
| 歩行 | 18 | 58 |
| 階段昇降 | 10 | 32.3 |
| 入浴 | 3 | 9.7 |

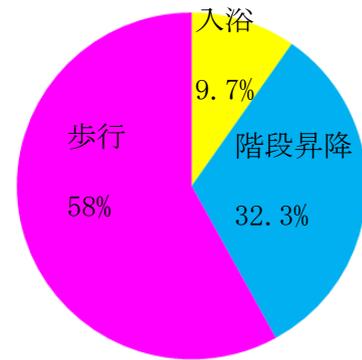


図 4-1 転倒時の状況

表 4-3 転倒の原因 n=31

| 原因 | 人数（人） | 比率（%） |
|------|-------|-------|
| 滑り | 14 | 45.2 |
| つまづき | 13 | 41.9 |
| 動揺 | 3 | 9.7 |
| その他 | 1 | 3.2 |

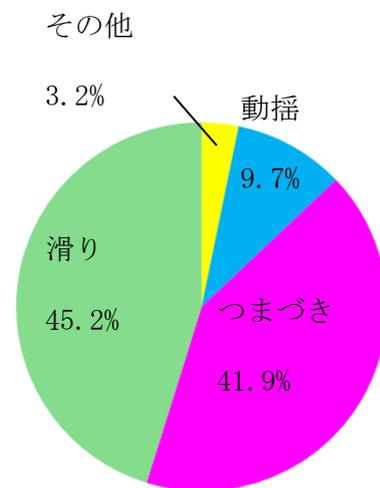


図 4-2 転倒の原因

転倒群, 非転倒群における TUG, 10m自由歩行速度, 安静時暗算反応時間, 歩行時暗算反応時間, TMT-A の全ての測定値で有意に差を認めた ($p < 0.01$) (表 4-4).

表 4-4 転倒群と非転倒群の各測定結果の比較

| 測定項目 (単位) | 非転倒群 | 転倒群 | t | df | p |
|----------------|--------------|---------------|-------|-----|----|
| 運動機能 | | | | | |
| TUG (sec.) | 10.1 ± 3.0 | 12.8 ± 2.5 | 4.28 | 111 | ** |
| 歩行 Vt (m/min.) | 66.3 ± 12.9 | 57.6 ± 8.7 | -3.49 | 111 | ** |
| 反応時間 | | | | | |
| 安静時 MA-RT | 0.978 ± 0.50 | 1.281 ± 0.54 | 2.79 | 111 | ** |
| 歩行時 MA-RT | 1.189 ± 0.44 | 1.687 ± 0.42 | 5.40 | 111 | ** |
| (sec.) | | | | | |
| 差分 | 0.211±0.26 | 0.406±0.29 | 3.49 | 111 | ** |
| 注意機能 | | | | | |
| TMT-A (sec.) | 201.8 ± 97.5 | 284.5 ± 110.3 | 3.88 | 111 | ** |

平均値 ± 標準偏差, t 検定: ** $p < 0.01$.

TUG: Timed Up and Go test

歩行 Vt: 10m自由歩行速度

安静時 MA-RT: 安静時暗算反応時間

歩行時 MA-RT: 歩行時暗算反応時間

差分: 歩行時 MA-RT-安静時 MA-RT

TMT-A: Trail Marking test Part-A

各項目間の相関を表 4-5 に示す。安静時暗算反応時間と歩行時暗算反応時間との間には高い相関が認められた ($r=0.85$, $p<0.01$)。

年齢、歩行時暗算反応時間、TUG、TMT-A、10m自由歩行速度について転倒を従属変数としたロジスティック回帰分析を行った。多重共線性を避けるため相関性の高い安静時暗算反応時間を除外した。選択された因子は、歩行時暗算反応時間、TUG、TMT-A であった。Hosmer と Lemeshow の検定の統計量は $\chi^2=7.80$ ($p>0.05$) と、帰無仮説が採択された。オッズ比を求めた結果、歩行時暗算反応時間のみ統計的に有意で、独立した転倒予測の要因であった (表 4-6)。

転倒を状態変数として歩行時暗算反応時間の ROC 曲線を求めた (図 4-3)。ROC 曲線において回帰モデルの適合性を評価したところ ROC 曲線下の面積 (Area under the curve;以下 AUC と略す) は 80%であった。ROC 曲線の評価から最も有効な統計学的 cut-off 値は 1.132 sec であると判断した。cut-off 値でのクロス集計表により感度は 94%、特異度は 57%、陽性適中度は 45%、陰性適中度 96%、適中精度は 67%であった (表 4-7)。

また、TUG において、ROC 曲線において回帰モデルの適合性を評価したところ、AUC は 76%であった。ROC 曲線の評価から最も有効な統計学的 cut-off 値は 10.6 sec で、感度と特異度はそれぞれ 78%、56%であった。

表 4-5 各測定項目間のピアソン相関係数

| | 安静時 MA-RT | 歩行時 MA-RT | TMT-A | TUG | 歩行 Vt |
|-----------|-----------|-----------|---------|---------|-------|
| 安静時 MA-RT | 1.00 | | | | |
| 歩行時 MA-RT | 0.85** | 1.00 | | | |
| TMT-A | 0.49** | 0.56** | 1.00 | | |
| TUG | 0.41** | 0.46** | 0.19* | 1.00 | |
| 歩行 Vt | -0.40** | -0.43** | -0.33** | -0.57** | 1.00 |

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$.

安静時 MA-RT : 安静時暗算反応時間

歩行時 MA-RT : 歩行時暗算反応時間

TMT-A : Trail Marking test Part-A

TUG : Timed Up and Go test

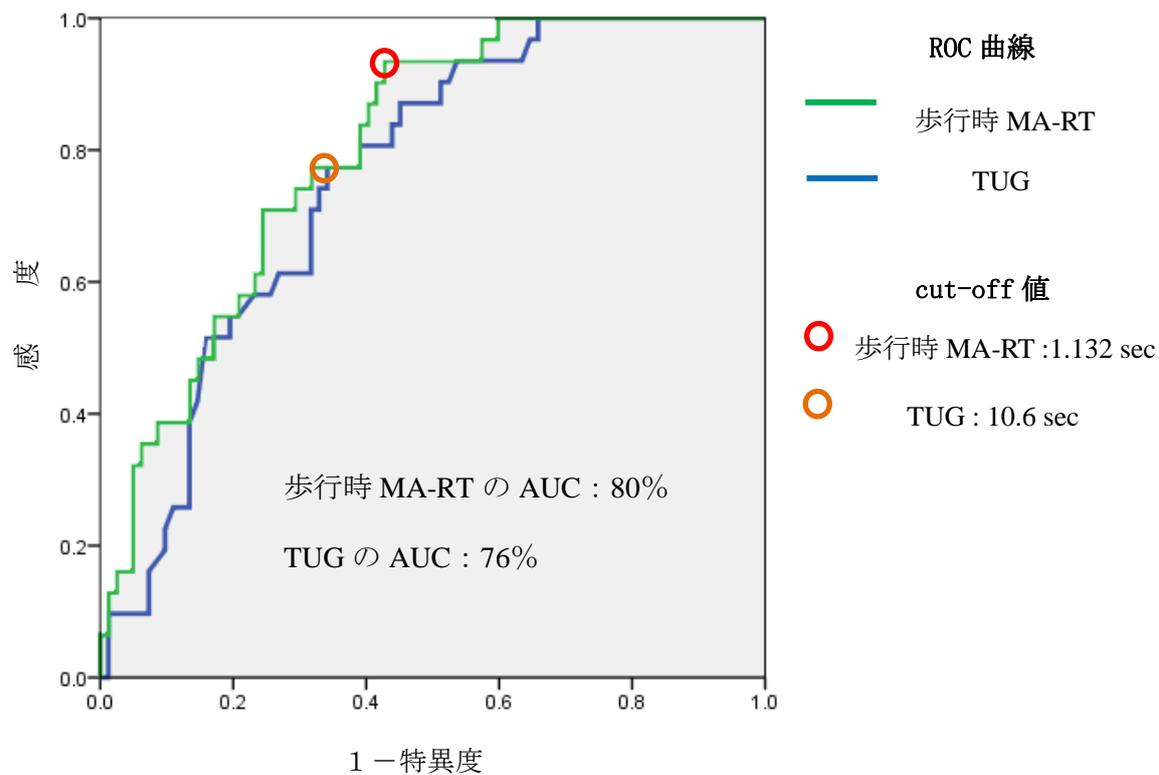
歩行 Vt : 10m自由歩行速度

表 4-6 転倒を従属変数としたロジスティック回帰分析により選択した因子

| 測定項目 | オッズ比 | 95%信頼区間 | p 値 |
|----------------------------|-----------------|--------------|------------|
| 歩行時暗算反応時間 | 4.026 | 1.149~14.107 | $p < 0.05$ |
| Timed Up and Go test | 1.241 | 1.032~1.493 | $p < 0.05$ |
| Trail Marking Test Part- A | 1.005 | 0.999~1.010 | $p > 0.05$ |
| Hosmer-Lemeshow test | $\chi^2 = 7.80$ | | $p > 0.05$ |

* ステップワイズ法.

投入独立変数 : 年齢, 歩行時暗算反応時間, TUG, TMT-A, 10m自由歩行速度



曲線下の面積 (Area under the curve ; AUC) : $p < 0.01$

* 丸印は cut-off 値を示している.

表 4-7 歩行時暗算反応時間の cut-off 値でのクロス集計

| | 転倒あり | 転倒なし | 計 |
|--------------|------|------|-----|
| 1.132 sec 以上 | 29 | 35 | 64 |
| 1.132 sec 未満 | 2 | 47 | 49 |
| 計 | 31 | 82 | 113 |

*感度 = $29/31 = 0.94$

特異度 = $47/82 = 0.57$

陽性反応適中度 = $29/64 = 0.45$

陰性反応適中度 = $47/49 = 0.96$

適中精度 = $(29+47) / 113 = 0.67$

4.4 考察

中国長春市の在宅健常高齢者 113 名を対象として、新しい転倒予測評価法である暗算反応時間、注意機能、運動機能を測定し、高齢者における簡便な転倒予測指標を明らかにした。

本研究での二重課題において、主課題である運動課題は自由歩行を採用した。リハビリテーション分野における二重課題を用いた先行研究では、日常生活でよく用いられた動作として自由歩行が選択されている^{43, 44)}。また、自由歩行は自主トレーニング方法としても可能であるため、本研究では運動課題として自由歩行を選択した^{45, 46)}。

転倒群は非転倒群と比較して、TUG、10 m 自由歩行速度、安静時暗算反応時間、歩行時暗算反応時間、TMT-A の測定結果で有意な差があった。すなわち、転倒群では、反応時間、運動機能および注意機能が共に低下していることが示された。また、今回の結果より全ての測定項目間には有意な相関が認められた。このことは内的整合性が高いことを意味し、妥当性のある身体能力・注意能力・反応時間の測定が行えたと考える。

本研究の転倒群の転倒歴の結果では、歩行時および階段昇降に発生することが多いことが確認できた。転倒群の歩行時暗算反応時間の結果では、非転倒群と比較して有意に延長している。転倒群では、主課題である歩行動作への注意が多くなるため、課題反応時間の延長が生じたことが示唆された。

転倒リスクの評価の妥当性では、高齢者に対して従来の転倒評価法とする TUG と歩行時暗算反応時間はロジスティック回帰分析のモデルから抽出された。そして、歩行時暗算反応時間の検出度は、TUG よりも検出度が高いことが示された。また、TMT-A は、ロジスティック回帰分析のモデル内に抽出されたが ($p > 0.05$)、歩行時暗算反応時間に比べ、寄与率が低いことを示した。以上の結果より、本研究で作製した測定システムで測定した歩行時暗算反応時間の高齢者の転倒予測は、有効に利用可能であることが示唆された。

ROC 曲線の評価から歩行時暗算反応時間の cut-off 値が 1.132 sec と判断され、転倒の感

度は 94%，特異度は 57%と良好な結果が得られた。転倒に関する評価指標として有用なスケールであることが実証できた。陽性適中度は 45%だが，陰性適中度は 96%と高く，1.132 sec 以上であれば転倒の可能性が著しく高いことを示した。したがって，歩行時暗算反応時間は転倒予測の判断基準となることを示唆された。

TUG は，従来の転倒評価法として高齢者転倒予測に有用であり，Shumway CA らは転倒予測の感度や特異度が 87%と高く，転倒予測の cut-off 値として 13.5 sec と報告している⁴⁷⁾。しかし，今回の対象者は，運動習慣を有する地域在住健常高齢者であり，活動能力が高いため，TUG の cut-off 値は 10.6 sec で，感度は 78%，特異度は 56%であった。

また，今回の転倒原因は，主に歩行時のつまづきと滑りであったため，転倒の主な要因は身体要因（内因性リスク）の低下と考えられた。転倒者の歩行時暗算反応時間の延長は，歩行動作への注意量がより多くなり，外乱刺激に対して姿勢維持のための跳び直り反応や足踏み反応の反応時間が延長につながると考える。

4.5 結語

高齢者 113 名を対象として、反応時間、注意機能、運動機能を評価し、転倒予測との関係を検討した。本章の結果を以下にまとめた。

- (1) 高齢者の転倒群は非転倒群に比べ、身体能力、注意能力、反応時間は低下した。
- (2) 転倒を従属変数としたロジスティック回帰分析の結果により、歩行時暗算反応時間のみ統計的に有意で、独立した転倒予測の要因であった。ROC 曲線の評価から最も有効な統計学的 cut-off 値は 1.132 sec であると判断した。cut-off 値でのクロス集計表により、感度は 94%、特異度は 57%であった。
- (3) 地域在住健常高齢者の転倒予測には、歩行時暗算反応時間は、TUG より高く検出できることが明らかになった。

以上より、高齢者における歩行時暗算反応時間を用いた転倒予測が有効であることが示唆された。

第 5 章 総括

5.1 本研究の結論

高齢化社会の到来により在宅で生活する高齢者数が増加し、転倒予防は重要課題のひとつである。転倒は、高齢者の移動能力を評価するうえで最も検討すべきリスクである。本研究では、地域在住健常高齢者における暗算反応時間・注意機能・運動機能の評価を測定した。特に暗算を認知課題として着目し、歩行時暗算反応時間と転倒との関係を検討することを目的とした。

第2章では、携帯式暗算反応時間の測定システムを作製し、その測定方法を確立した。

第3章では、暗算課題として2桁の加算と減算質問の7つの組み合わせを作成した。作成した暗算課題の組み合わせで暗算反応時間を測定し、高齢者向けの適切な暗算課題を検討した。

第4章では、高齢者を対象として、歩行時暗算反応時間と転倒との関係を検討した。歩行時暗算反応時間を用いた転倒予測は有効であることが示唆された。歩行時暗算反応時間の転倒予測 cut-off 値は 1.132 sec であり、感度は 94%、特異度は 57%であった。

5.2 本研究の特徴

5.2.1 暗算測定方法について

本研究で考案した暗算測定装置は評価の環境制限がなく、かつ安価であるため、幅広く応用できると考える。さらに、暗算測定装置の計測精度が高く、定量的な評価を可能となり、歩行時暗算反応時間に対する転倒リスクの評価に応用できると考える。

5.2.2 暗算用質問について

第3章では、暗算質問の難易度について検討した。本研究使用した暗算質問は2桁の加算と減算質問を7つのグループ(A~G)に分類し、それぞれの暗算反応時間を測定した。G群はA群、B群、C群に比べ有意に遅く、D群、E群、F群に比べ有意に速かったことにより、Gグループの難易度を中等度に判断した。つまり、高齢者における、最も適切な暗算質問はグループGであった。

5.2.3 評価基準について

評価基準について、歩行時暗算反応時間を従属変数としたロジスティック回帰分析とROC曲線から、歩行時暗算反応時間の cut-off 値は 1.132 sec であり、感度は 94%、特異度 57%であった。このことより、歩行時暗算反応時間は転倒予防への評価に有用といえる。したがって、歩行時暗算反応時間が 1.132 sec 以上の場合、転倒リスクが高くなることが推測できる。

5.3 本研究の限界と今後の展望

本研究の限界は、今回開発した評価方法は、聴覚障害、発声困難のある対象者では測定困難である。また、高等な認知障害のある対象者は実験の内容を十分理解できないため、実施困難であると考えられる。

今後の展望として、暗算問題の難易度についてさらに検討し、認知機能を異なる対象者に対して、適切な難易度を設定できれば、臨床応用に期待できると思われる。また、今回考案した暗算反応時間を用いて、転倒予防の介入方法として研究を進めたいと考える。

謝辞

本研究を進めていく中、多くの先生方にご指導とご助言を頂きました。国際医療福祉大学大学院の丸山 仁司 教授、小野田 公 准教授、姫路獨協大学の霍 明 先生には、大学院入学当初から研究計画の立案や論文作成についてご指導頂きました。

さらに、ご助言と励ましを与え続けて頂いた理学療法分野の諸先生方、院生研究室にいる同級生と先輩・後輩たちに、日々励まし合いながら一緒に歩いてくれて、ありがとうございました。

最後に、日々支えてくれた愛妻紅光、娘心源、中国にいる両親にこの論文を捧げます。本当にありがとう。

文献一覧

- 1) 国家統計局.2020.中華人民共和国2019年国民経済と社会発展統計公報.
http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/202002/t20200228_1728913.html 2020.11.12
- 2) Wu H, Ouyang P. Fall prevalence, time trend and its related risk factors among elderly people in China. Arch. Gerontol. Geriatr. 2017;73:294–299
- 3) Gibson MJ, Andres RO, Isaacs B, et al. The prevention of falls in later life. A report of the Kellogg International work group on the prevention of falls by the elderly. Danish Medical Bulletin 1987; 34(4):1-24
- 4) World Health Organization. Global report on falls prevention in older age.2007;1-47
https://www.who.int/ageing/publications/Falls_prevention7March.pdf2020.11.11
- 5) Kwan MM, Close JC, Wong AK, Lord SR. Falls Incidence, Risk Factors and Consequences in Chinese Older People: A Systematic Review. Journal of the American Geriatrics Society.2011;59(3) :536-543
- 6) Sheldon JH. Social Medicine of Old Age. Nature. 1948; 162:466
- 7) 大高洋平.高齢者の転倒予防の現状と課題.日本転倒予防学会誌 2015;1:11-20
- 8) 井口茂, 松坂誠應, 陣野紀代美.在宅高齢者に対する転倒予防プログラムの検討-低頻度プログラムの適応-.理学療法科学 2007;22(3):385-390
- 9) 井田奈緒子, 西村紀子, 山形和枝.向精神病服用患者の転倒要因の実態 12 事例のアクシデント報告書の分析.日本精神科看護学会誌 2006;49(1):90-91
- 10) 沼沢さとみ, 佐藤幸子, 井上京子.老人施設における高齢者の転倒要因に関する検討.山形保健医療研究 2001;4:11-19
- 11) 藤田博暁.転倒予防マニュアル 転倒者のその後 転倒後のリハビリテーション.MEDICAL REHABILITATION 2006;65:95-105
- 12) 松村瞳, 大崎清美, 松富知子.宇部リハビリテーション病院における安全対策への取り組み 転倒・転落要因の分析:日本医療マネジメント学会雑誌 2007;3:458-462
- 13) 村田伸, 太田尾浩, 村田潤.地域在住高齢者の転倒と身体・認知・心理機能に関する前向き研究.理学療法科学 2009;24(6):807-812
- 14) 加藤真由美, 泉キヨ子, 平松知子ら.デイサービス利用高齢者の転倒予防: 下肢筋力, 日常生活, および転倒恐怖感と転倒との関連.日本老年看護学会誌 2004;9(1):28-35
- 15) 村田伸ら.在宅障害高齢者の身体機能・認知機能と転倒発生要因に関する前向き研究.理学療法科学 2006;33(3):97-104
- 16) 松尾康弘, 吉田秀樹.高次脳機能における注意機能と言語機能の関係.バイオメディカルファジィシステム学会誌 2013;15(1):61-68
- 17) 横川吉晴.高齢者の転倒と二重課題歩行.信州医誌 2008;56(5):327-328
- 18) Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. “Stops walking when talking” as a predictor of falls in elderly people. Lancet.1997;349: 617
- 19) Beauchet O, Dubost V, Gonthier R, et al.Dual-task-related gait changes in transitionally frail older adults: the type of the walking associated cognitive task matters. Gerontology.2005;51:48-52
- 20) Hollman JH, Kovash FM, Kubik JJ, et al. Age-related difference in stride-to-stride variability during dual task walking: a pilot study. J. Geriatric Physical Therapy.2004;27:83-87
- 21) Schrodts LA, Mercer VS, Giuliani CA, et al. Characteristics of stepping over an obstacle in community dwelling older adults under dual-task condition. Gait Posture.2004;19: 279-287

- 22) Woolacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*.2002;16:1-14
- 23) Baddeley AD. Working memory. *Science*.1992;255:556-559
- 24) Koechlin E, Basso G, Pietrini P, et al. The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition. *Nature* .1999;399: 148-151
- 25) 山田実, 上原稔章, 浅井剛. Dual-task バランストレーニングには転倒予防効果があるのか?—地域在住高齢者における検討—. *PT ジャーナル* 2008;42(5):439-445
- 26) 山田実. 注意機能トレーニングによる転倒予防効果の検証-地域在住高齢者における無作為化比較試験-. *理学療法科学* 2009;24(1):71-76
- 27) 佐藤慎, 大杉紘徳, 大城昌平. 高齢者の認知運動機能に対する足踏み運動と計算課題を組み合わせた二重課題自主トレーニングの効果. *理学療法ジャーナル* 2013;47(1):78-83
- 28) 菊池有紀, 薬袋淳子, 島内節ら. 要支援から要介護3の後期高齢者の認知機能・うつ傾向・握力に対する二重課題の有効性—デイサービスにおける「かぞえて体操」の実践を通じて—. *老年社会科学* 2012;33(4):555-565
- 29) 佐藤慎, 大杉紘徳, 大城昌平. 高齢者の認知運動機能に対する足踏み運動と計算課題を組み合わせた二重課題自主トレーニングの効果. *理学療法ジャーナル* 2013;47(1): 78-83
- 30) De Oliveira Silva F, Ferreira JV, Plácido J, et al. Three months of multimodal training contributes to mobility and executive function in elderly individuals with mild cognitive impairment, but not in those with Alzheimer's disease: A randomized controlled trial. *Maturitas*. 2019;126: 28-33
- 31) He W, Goodkind D, Kowal P, et al. An ageing world: 2015. Washington DC: United States Census Bureau, 2015
- 32) Zhang M, An C, Zhang H, Li H, et al. Reliability of measurement reliability and optimal number of measurements for mental arithmetic reaction time test. *J. Phys. Ther. Sci.* 2020; 32(7):463-466
- 33) Karlin L. Reaction time as a function of foreperiod duration and variability. *J. Exp. Psychol.*1959;58(2):185-191
- 34) 黒澤和生. プローブ反応時間からみた移動能率に関する研究. *杏林医会誌* 1994;25:527- 536
- 35) Maki B, McIlroy W. Influence of arousal and attention on the control of postural sway. *J. Vestib. Res.* 1996;6(1):53-59
- 36) 原田一生, 中村光. 虚弱高齢者における二重課題 Timed Up and Go test の成績. *理学療法研究* 2015;5(1):1-7
- 37) 西村美帆, 成瀬九美. 高齢者の運動パフォーマンスに認知課題が及ぼす影響. *奈良女子大学スポーツ科学研究* 2012;14:37-43
- 38) Venema D, Bartels E, Siu K. Tasks matter: a cross sectional study of the relationship of cognition and dual task performance in older adults. *Geriatr. Phys. Ther.* 2013;36(3):115-122
- 39) Schwenk M, Zieschang T, Oster P, et al. Dual-task performances can be improved in patients with dementia: a randomized controlled trial. *Neurology*. 2010;74(24):1961-1968
- 40) 厚生労働省. 平成 21 年. 介護予防のための生活評価に関するマニュアル. 介護予防のための生活評価に関するマニュアル. <https://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1c.pdf> 2020.10.14
- 41) Tombaugh T. Trail Making Test A and B: normative data stratified by age and education. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 2004;19(2):203-214
- 42) Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J. Am. Geriatr. Soc.* 1991;39(2):142-148
- 43) 佐川貢一, 福川亮, 本井幸介ら. 二重課題歩行特性と副次課題成績を組み入れたワーキングメモリモデルによる健常高齢者の転倒経験の識別. *人間工学* 2014;50(6):342-349

- 44) 森下将多, 島岡秀奉, 藤本弘明. Timed Up & Go Test に認知課題を付加した場合の動作遂行時間への影響. PT ジャーナル 2013;47(3):259-264
- 45) 佐藤慎, 大杉紘徳, 大城昌平. 高齢者の認知運動機能に対する足踏み運動と計算課題を組み合わせた二重課題自主トレーニングの効果. 理学療法ジャーナル 2013;47(1):78-83
- 46) 長崎浩. 自由歩行の安定性限界. バイオメカニズム学会誌 2006;30 (3):115-118
- 47) Shumway CA, Brauer S, Woollacott M. Predicting the Probability for Falls in Community - Dwelling Older Adults Using the Timed Up & Go Test. Phy. Ther. 1991;80(9):896-903

付録 1. 調査表（日本語）

- ご自身についてお答えください。

年齢（ 歳） 身長（ cm） 体重（ kg）

- 転倒についてお答えください

1. 過去一年間に転倒はありましたか？

ある

ない

2. 転倒の回数をお答えください

1回

2回

3回

その他（ ）

3. 転倒時の状況

歩行

階段昇降

入浴

その他（ ）

4. 転倒の原因

滑り

つまづき

動揺

その他（ ）

ご協力ありがとうございました。

付錄 2. 募集廣告

 **吉林普仁中医院**

关爱老年人——防跌倒大型公益计划

献医者爱心 换幸福安康

招募时间：2020年8月31日-9月30日

“跌倒”是引起引起老年突发疾病的主要因素，为降低老年人跌倒风险，减少老年人因跌倒引发的相关疾病，从而达到提高身体机能，延年益寿的目的，吉林普仁中医院“NJF康复中心”依托中国老龄健康促进工程，开展为期3个月的“关爱老年人——防跌倒大型公益计划。”

“老年人防跌倒”**免费**定制课程

招募人群：
年满65岁的健康老人

服务内容：

- 1.防跌倒课程签约；
- 2.身体机能评定；
- 3.每周3次的：“防跌倒”个人定制课程（运动训练、太极拳基本步法训练、认知训练、物理治疗）；
- 4.每周3次康养保健项目；
- 5.身体机能改善情况评估；
- 6.后续健康管理。

地址：长春市二道区亚泰大街312号
乘车方式：长春东广场 1路 毓文中学 转 34路 内陆港站 前行50米
长春西广场 45路 柴草市 转 34路 内陆港站 前行50米
预约电话：0431—84718818 15164349498
联系人：郭医生