

機関番号：25406
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20500485
 研究課題名（和文） 高齢者に対する仮想環境による運動療法が身体・認知機能に及ぼすシナジー効果の研究
 研究課題名（英文） Synergistic Effects of Therapeutic Exercise in a Virtual Environment on Physical and Cognitive Functions of the Elderly
 研究代表者
 田中 聡（TANAKA SATOSHI）
 県立広島大学・保健福祉学部・教授
 研究者番号：40405519

研究成果の概要（和文）：本研究では、高齢者を対象として仮想環境内で行う運動療法装置（VRスポーツ）を使用し、身体機能と認知面に及ぼす相乗効果について検討した。健常大学生を対象に安全性と効果的な映像コンテンツの検証を行ったのち、介護老人保健施設利用者を対象にレクリエーションとして3ヶ月間VRスポーツを行った。その結果、VRスポーツ群は下肢筋量（体重比）が平均1.1%と僅かに増加し、HDS-Rにおいては開始時18.3点から終了時20.7点と改善傾向を示したが、対照群と有意差は認めなかった。今後の課題として、高齢者では明瞭な視覚目標の設定と簡単なルール作りが重要と考え、新たな視覚映像を開発していくことが必要である。

研究成果の概要（英文）：This study investigated the synergistic effects of therapeutic exercise in a virtual environment (virtual reality (VR) sports) on the physical and cognitive functions of the elderly. First, healthy university students tested the safety of the VR sports and the effectiveness of the chosen VR sports images. Actual users of geriatric health care facilities then performed the VR sports for three months as recreation (VR sports group). The average ratio of lower extremity muscle mass to body weight slightly increased (by 1.1%) in the VR sports group. Although the Revised Hasegawa's Dementia Scale (HDS-R) tended to improve in the VR sports group, from 18.3 at the initiation of the VR sports to 20.7 at the completion, no significant difference was observed in HDS-R between the VR sports and control groups. Future research will require setting a clear visual target and simple rules, and development of new visual images.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：バーチャルリアリティ、高齢者、運動療法、リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

高齢者に対する健康維持・増進のためのレ

クリエーションや運動療法には様々な種類があり、近年は娯楽性や競技性を有するIT

技術を応用した運動システムも普及してきている。我々は仮想環境内で行う運動療法としてバーチャルスポーツ（VR スポーツ社製）が身体機能に及ぼす影響について検証を行い、その効果を確認している（田中：2007）。しかし、仮想環境内での運動療法の実践が身体機能のみならず、認知心理面に及ぼす相乗効果に関する研究は見当たらない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、高齢者の健康維持・増進目的のための運動療法装置として仮想環境技術を利用した運動プログラムを提案し、その効果について身体機能にとどまらず、認知心理面から検討を加えることである。結果より、より効果的な新たな運動療法プログラムを立案することを目標とする。

3. 研究の方法

本研究課題は4つの研究に分けて行った。

(1) 仮想環境下での運動が集中力、注意力に及ぼす影響の調査

仮想環境内での運動を行った場合、スクリーンに描画される映像を注視することになり、弊害として注意力、集中力の低下および眼精疲労を起こす可能性を考え以下の実験を行った。

健常大学生33名（男性19名、女性14名）を対象とし、ランダムに3群（各11名）に分け検討した。実験に使用したバーチャルスポーツプログラムは、スクリーンに呈示される仮想空間に飛来してくる瓦を注視し、その瓦に切れ目が入る瞬間に切れ目の方向に上肢を振り下ろし瓦を割るという課題（バーチャル瓦割り：図1）である。

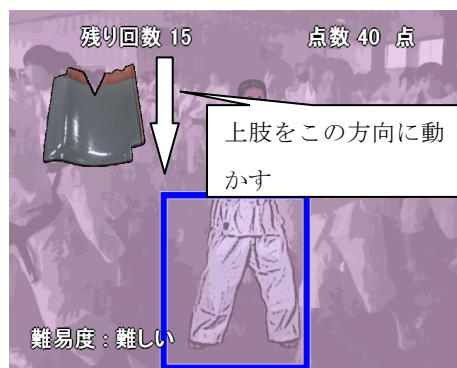


図1 バーチャル瓦割り

A群はバーチャル瓦割りを行わず、壁に向かって立位姿勢をとる課題（対照群）、B、C群は瓦に切れ目が入るタイミングによって分け、注意力をより必要とする条件を設けた。B群は瓦の切れ目が入るタイミングを早く（瓦が画面に表示されてから瓦に切れ目が入るまでの時間0.16秒）、C群は遅く（同、

0.47秒）設定した。

課題遂行前後において集中力、注意力の検査として全身反応時間、棒落下反応時間、Continuous Performance Test（平均反応時間）、抹消・検出検査の視覚性抹消課題遂行時間を計測した。課題施行前に行った検査数値を100%の基準とし、課題施行後に行った値の百分率を算出した。各群間の比較には一元配置分散分析とFisherのPLSD法を用い有意水準は5%未満とした。

(2) 運動療法プログラムの効果の検証

本研究では、バーチャル瓦割りを使用した身体運動を行った際の重心動揺を計測し、運動療法装置としての可能性を検討した。

対象は、健常大学生11名（男性4名、女性7名。平均年齢20.6±0.7歳、平均身長165.5±6.3cm、平均体重55.4±5.7kg）である。利き手は全員が右手であった。

測定は遮光された個室にて行い、バーチャル映像は、縦170cm×横230cmの大きさで、被験者から3m前方になるようにプロジェクターでスクリーンに投影した。バーチャル瓦割り施行中の重心動揺を足圧分布測定装置（Medicapteurs社製、Win-Pod）を用い測定した。検査項目は、バーチャル瓦割り30秒間施行中の重心の総軌跡長(mm)、X偏差(mm)、Y偏差(mm)とした。

課題はバーチャル瓦割りとし、利き手で図2に示す画面上の6ヶ所（左上、中央上、右上、左下、中央下、右下）のいずれか1ヶ所に、画面奥から手前に向かって飛来してくる瓦（目標物）に対し手を振り割っていくものである。画面上の青い枠が手につけたマーカークの位置を示す。被験者には課題中、重心動揺計の上で足を動かさないように指示した。被験者全員に4種類の課題を行った。



図2 設定画面

中央上のみ瓦が表示（図2エリア2）されるように設定した課題（以下、課題A）、2つ目は左上と右上に交互に瓦が表示（図2エリア1,3）されるように設定した課題（以下、課題B）であった。3つ目は、図2画面のエリア1の次にエリア6、続いてエリア3、エリア4と瓦を交差させ飛来させる課題（以下、

課題 C), 最後に左下と右下に交互に瓦が表示 (図 2 エリア 4, 6) されるように設定した課題 (以下, 課題 D) とした. なお, 課題 A と B, 課題 C と D を同一日に測定し, 課題を行う順番はランダムとした. 瓦は 1 分間で 20 枚表示させ, 重心動揺の測定は, 課題開始 15 秒後から 45 秒後までの 30 秒間で行った. それぞれの課題間には 2 分間の休憩をとった. 課題間のデータ比較は一元配置分散分析と Fisher の PLSD 法を用い有意水準は 5%未満とした.

(3) 筋量測定の信頼性に関する検討

本研究では, 高齢者に対する身体機能評価項目の一つとして, 高精度筋量計 (フィジオン社製 Physion MD) を用いた体組成評価について検討した. この装置は四肢誘導 12 電極による生体インピーダンス方式の体組成計であり, 筋量は左右の前腕, 上腕, 大腿, 下腿, 体幹に分けて測定が可能である. 今回は左右の上腕と前腕の総和 (kg) を体重で除した値の四肢筋量体重比 (%), 左右の大腿と下腿の総和 (kg) を体重で除した値の四肢筋量体重比 (%) を求めた.

対象者は, 地域在住の健康教室に参加している男性 7 名, 女性 10 名の計 17 名 (平均年齢 70.6 ± 4.2 歳) と健常女子大学生 43 名 (平均年齢 21.3 ± 2.3 歳) 及び閉塞性睡眠時無呼吸症候群男性患者 83 名 (平均年齢 55.2 ± 11.3 歳) とし, 測定方法および特徴について検討した.

(4) 仮想環境による運動療法が身体・認知機能に及ぼす影響の検討

介護老人保健施設の利用者を対象にバーチャルスポーツをレクリエーションプログラムの一つとして 3 ヶ月間取り入れた. 仮想のスポーツ種目としてテニス, 卓球, ゴールキーパー, 瓦割りを用意し自由に選択し実践した. 1 種目 1 回あたりの運動は 60 秒から 90 秒とし, それを本人の意思で繰り返し行った. バーチャルスポーツの実際にはセラピストもしくは介護福祉士が立ち会い, 機器の操作を行った. なお, 施設での通常レクリエーションの制限はしなかった.

身体機能評価は, 握力, 片脚起立時間, timed up & go test, 10m 歩行時間を計測し, わずかな筋量変化を非侵襲的に計測可能な高精度筋量計を使用し上下肢筋量を測定した. 認知心理面については, 改訂長谷川式簡易知能評価スケール (HDS-R) と Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) を使用し初回と 3 ヶ月後に再評価を行い比較した.

4. 研究成果

(1) 結果一覧を表 1 示す. いずれの評価項目においても群間に有意差は認められなかつ

た. 結果より, スクリーンに呈示される仮想環境下での運動課題は, 健常大学生においては, 集中力, 注意力に悪影響を及ぼさないことが確認され運動療法装置として使用できると判断した.

(2) バーチャル瓦割りとして各課題 (A~D) で運動を行った場合の重心の総軌跡長及び X 偏差, Y 偏差を表 2 に示す.

中央にのみ瓦が表示されるように設定した課題 A よりも左右交互, 交差させてに瓦が表示されるように設定した課題 B, C, D の方が重心移動の総軌跡長と X 方向への偏差において有意に高値を示した. これは視覚刺激に応じて, 瓦を割る動作として利き腕上肢を左右に動かすことで重心移動が行われた結果である. 結果より, 高齢者の転倒予防を目的としたバランス訓練として利用や片麻痺患者のように両下肢での均等な荷重が困難な症例に対して本装置を使用した運動療法は有効であると考えられる. また, 本装置は娯楽性を有し, かつ得点を競うことが可能でありリハビリテーションに対して意欲の低下した例も積極的に取り組むことが期待できると考える.

表 1. 検査項目の変化率

	A群	B群	C群
全身反応	94.9±4.8	94.5±6.1	91.5±7.1
棒落下反応	91.9±19.3	82.6±17.8	88.2±24.9
CPT検査	100.9±5.7	103.5±6.3	100.6±9.5
抹消課題	90.9±7.4	92.9±3.5	89.4±4.6
	平均±標準偏差 単位:%		

表 2 課題別の重心動揺

	総軌跡長 (mm)	X偏差 (mm)	Y偏差 (mm)
課題A	1633.3±1113.9	11.4±7.1	13.1±9.9
課題B	3035.3±1233.3*	39.4±15.1*	15.9±7.4
課題C	2937.4±1088.4*	41.1±17.5*	14.7±6.7
課題D	3214.8±1088.2*	43.1±14.3*	15.4±8.7
	*:課題Aとの比較 (p<0.05)		

(3) 高精度筋量計による四肢筋量から運動療法の効果を判定する目的で, 事前にその特性を調査すべく実験を行った.

地域在住の高齢者の測定結果, 四肢筋量体重比は, 男性 $3.22 \pm 0.05\%$, 女性 $2.36 \pm 0.02\%$, 四肢筋量体重比は, 男性 $13.0 \pm 0.82\%$, 女性 $10.82 \pm 0.9\%$ の値を示し, 男女間において有意差を認めた ($p < 0.05$). 健常女子大学生は, 四肢筋量体重比 $2.13 \pm 0.2\%$, 四肢筋量体重比 $11.65 \pm 1.15\%$ であった. また, 睡眠時無呼吸症候群男性患者の計測結果は, 四肢筋量体重比 $3.81 \pm 0.43\%$, 四肢筋量体重比 $17.13 \pm 1.63\%$ であった. この値を年齢を調

整した健常対照群と比較した場合、下肢筋量体重比において有意に低値を示した。

結果より、本装置における筋量測定の精度検証と対象者別による特徴を把握することができた。

(4) 最後に仮想環境による運動療法が身体・認知心理機能に及ぼす影響について臨床応用を3ヶ月間行った。

バーチャルスポーツを週1回以上(原則週2回)3ヶ月間継続可能であった者は10名(平均79.2歳)であった。施設内の通常レクリエーションを行った群(10名:平均78.6歳)を対照群とし身体機能及び認知心理面の評価結果について比較した。

評価結果一覧を表3に示す。バーチャルスポーツ群(VR群)は下肢筋量体重比が平均1.1%と僅かに増加し、HDS-Rにおいては開始時18.3点から終了時20.7点と改善傾向を示したが介入前後で有意差は認めなかった。対照群のHADSスコアの改善および片脚起立時間の短縮が3ヶ月後にみられたが(有意差無し)、その要因は明らかにすることはできなかった。その他、握力や10m歩行所要時間は両群ともに大きな変化は示さなかった。

今回提案したバーチャルスポーツ種目のなかで最も実践されたものはテニス(図3)であり、次いで瓦割りであった。バーチャルテニスはスクリーンにテニスコートと相手プレイヤーが描画され得点も示される。テニスと同様のルールでプログラムは進行するため、相手プレイヤーの動きやボールの返球位置を視覚により確認し、ステップ動作や上肢のスイングなど同時に身体活動を行うため認知面への相乗効果を期待したが著明な変化を示さなかった。

表3 評価結果一覧

	VR群(n=10)		コントロール群(n=10)	
	介入前	介入後	介入前	介入後
身長(cm)	151.1±8.1		154.0±8.3	
体重(kg)	50.4±9.4	49.7±8.5	54.1±9.5	54.2±9.6
体脂肪率(%)	25.5±5.8	24.9±5.8	29.2±5.8	29.0±7.5
筋肉率(%)	37.2±6.3	39.8±7.0	35.0±4.6	35.5±5.1
上肢筋量体重比(%)	3.7±0.6	3.9±0.8	3.4±0.5	3.4±0.5
下肢筋量体重比(%)	17.3±1.8	18.4±1.8	16.7±3.2	16.6±3.1
HDS R	18.3±3.3	20.7±4.4	19.3±8.9	19.4±8.3
HADS	16.2±6.2	16.1±2.2	18.3±8.4	12.7±7.3
握力(kg)	18.3±6.4	18.1±6.7	17.6±7.4	18.1±7.9
片脚起立時間(sec)	4.0±4.2	5.0±5.9	14.1±16.1	10.4±8.1
TUG(sec)	18.6±8.0	19.3±11.0	10.7±3.1	10.4±3.3
10m歩行(sec)	15.2±4.9	16.1±5.8	9.8±3.4	10.2±3.4

平均±標準偏差



図3 バーチャルテニス風景

今後の課題

本研究で用いた仮想環境を利用した運動はレクリエーションとして利用可能なシステムであることは確認できたが、その使用による身体機能及び認知心理面に及ぼす相乗効果については明言できず、今後のさらなる検討が必要である。今回バーチャルテニスなど、スポーツ種目としてのリアリティを有する映像を呈示したものである。高齢者においては、視覚目標物として明瞭な対象を設定することやスポーツ種目にこだわらず簡単なルール作りが重要と考える。

今後は高齢者にとってより理解しやすい視覚運動課題を設定するなどシステムの更新を図る予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計0件)

[学会発表](計3件)

- ①田中 聡, 宮本賢作, 白岩加代子, 沖貞明, 大塚彰: 地域中高齢者における身体活動量と筋量および骨量の関係. 第64回日本体力医学会中国四国地方会. 2009.11.21. 山口市.
- ②鈴木美保, 田中 聡, 宮本賢作: 若年女性における連続歩行距離の見積もり誤差と筋力および身体組成・身体活動量の関係. 第65回日本体力医学会. 2010.9.17. 千葉市.
- ③片岡弘明, 田中 聡, 米井嘉一: 閉塞性睡眠時無呼吸症候群の身体組成の特徴—四肢の筋量に着目して—. 第20回呼吸ケア・リハビリテーション学会. 2010.10.2. 長崎市.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 聡 (TANAKA SATOSHI)
 県立広島大学・保健福祉学部・教授
 研究者番号: 40405519

(2) 研究分担者

()

☒ 研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: