注意方向の異なる練習方法による Cross Test の改善度の相違

清木 宏徳¹, 森下 元賀², 弘中 一誠¹, 上田 亮輔¹, 原田 幹彦¹

Differences in the improvement rating for the cross test related to practice methods differing in the direction of attention

Hironori Seiki¹, Motoyoshi Morishita², Issei Hironaka¹, Ryousuke Ueda¹ and Mikihiro Harada¹

¹光市立大和総合病院リハビリテーション部, 〒743-0192 山口県光市大字岩田974番地 (*Department of Rehabilitation Medicine Hikari Municipal Yamato General Hospital, 974 Iwata, Hikari-city, Yamaguchi 743-0192, Japan*)

²吉備国際大学大学院保健科学研究科, 〒716-8508 岡山県高梁市伊賀町8 (*Graduate School of Health Sciences Studies, Kibi International University, 8 Iga-machi, Takahashi-city, Okayama 716-8508, Japan*)

Received: December 26, 2016 / Accepted: May 29, 2017

Abstract The purpose of this study was to clarify the effects of external and internal factors (EF and IF, respectively) on attention during exercise on a cross test in elderly inpatients with respect to physical and attention functions. The subjects were 27 elderly inpatients with orthopedic diseases, cerebrovascular diseases, or disuse syndrome (mean age, 77.8±8.8 years). They were randomly divided into two groups, and instructed to pay attention in different directions for a cross test. Measurement was conducted in a pretest, during a 14-day period of practice, during a 7-day period of discontinuation, and in a post-test. In the EF group, the subjects were instructed to place their body weight on the floor while paying attention to the floor. In the IF group, they were instructed to tilt their whole body while paying attention to the body. The physical function was evaluated using the Berg Balance Scale and Timed Up and Go Test, attention using the Trail Making Test Part-A. In the EF and IF groups, the physical and attention functions were lower than the reference ranges, and a cross test showed a significant improvement in the EF group both 7 days and post-test. On the other hand, there were no correlations between the improvement rating for the cross test in pre- and post-tests in the EF and IF groups and physical and attention functions. These results suggest that the use of EF improves the cross test in patients with mild physical, attention hypofunction, promoting exercise learning.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 66(4): 301-309 (2017)

Keywords : balance, motor learning

緒 言

運動療法や動作指導を行う際に、効率的な運動学習を促すことは動作の再獲得に繋がり、日常生活動作の改善に重要である。近年、運動学習において学習者の注意の向け方の違いにより、効果が異なることが先行研究で報告されている¹⁾。注意の向け方として、運動中の注意を身体外部へ向ける External focus (以下EF) と身体内部へ向ける Internal focus (以下IF) がある。サッカーのキックを例にとると、ボールや蹴る先のゴールに注意を向けるのがEFであり、蹴る足に注意を向けることがIFとなる²⁾。

Wulfら^{3,4)}は運動学習の効果の違いについて同じ運動課題においてEFの方がIFよりも運動学習に効果的であったと報告している。その理由として、運動学習にIFを用いることは効果的かつ効率的な運動の正常制御過程

に意識的に介入することになり、運動を積極的に制御しようと試みることは、自動制御過程を妨害するとされている¹⁾。

一方、IFを用いることで運動学習が促進的に行われるとの見解がある。新しいスキルの学習には、主に3つの段階として認知段階、連合段階、自動段階があり、運動学習が進むにつれて運動に必要な注意量は減少するといわれている⁵⁾。この考えでは初心者や初めて課題を行う場合や運動機能が低下したものなどには、身体の動きに注意を増加させるIFを用いた方が運動学習には効果的であると考えられる。これらの注意の向け方によるEFとIFの研究を入院患者に応用する場合、身体機能、注意機能が低下している脳血管疾患、整形外科疾患などの患者に対する適応について報告が少なく、どのような教示を用いて運動学習を促せばいいのか明確になっていない。したがって、患者の特性に応じた注意の向け方を選

択できれば患者ひとりひとりに応じたアプローチが可能となり、動作を効率的に獲得できる可能性がある。

本研究は回復期リハビリテーション病棟入院患者を対象とし教示の違いによる運動学習の検証を行った。対象者をEF群、IF群の2群に分け、教示の違いによる立位での随意的な安定性限界に及ぼす影響についてCross Testを指標に検証した。

運動学習を「比較的永続的な行動の変化であること⁶⁾」と定義し、今回はプレテストからポストテストまでのCross Testの改善度を運動学習の効果として、身体機能、注意機能から検討を行った。本研究の目的はこれらの機能に応じた教示の方法を明らかにすることである。

方 法

対象 対象者は回復期リハビリテーション病棟に入院中の患者27名(脳血管疾患13名, 整形外科疾患9名, 廃用症候群5名: 平均年齢 77.8 ± 8.8 歳)の高齢者で、対象者の取り込み基準は60秒以上立位保持が可能なもの、Mini Mental State Examination (以下MMSE) が24点以上で認知症の疑いがないもの、脳血管疾患患者は下肢のBrunnstrom Recovery Stage (以下BRS) がV以上のものとした。なお、運動中に疼痛を生じたり、整形外科疾患などで足関節背屈の関節可動域制限を有するものは除外した。

対象者のEF群とIF群への割付は、取り込み基準を満たしたものの順に1ブロックを4名としたブロックランダム化の手法を用い2群に割付けた。2群への割付けは6パターン(1: EF・EF・IF・IF, 2: IF・IF・EF・EF, 3: EF・IF・EF・IF, 4: IF・EF・IF・EF, 5: EF・IF・IF・EF, 6: IF・EF・EF・IF)とし、乱数を発生させ始めの整数が1~6に該当する場合に割付けた。

対象者の計測期間中の理学療法介入は、歩行自立に向けた筋力強化、バランス練習、動作練習などの通常のプログラムを全員に施行した。

本研究はヘルシンキ宣言を満たす光市立大和総合病院の倫理審査委員会の承認(承認番号H26-1)を得て行った。対象者には書面にて研究の内容について説明し、署名にて同意を得て行った。

変数の測定 運動学習の効果の検証としては、Cross Testの改善度を指標とした。Cross Testは月村と池田⁷⁾が報告したもので、立位で身体重心を前後左右に動かし、その際の重心投影点の軌跡を計測するものである⁸⁾。計測は多目的床反力計(Zebris社製PDM-S)を使用して計測者1名で行った。Cross Testの計測は立位姿勢で裸足、足部内側を10 cmあけ、上肢は体側におき、視線は前方を注視させた状態でを行った。Cross Testの計測前、対象

者全員には「できるだけ合図に合わせて体重を前後左右に移動させるように」と説明をした。EF群は足底と接している床反力計のプレートに注意を向けさせるため「床に意識を向けできるだけ体重を床にかけるように」、IF群は身体内部に注意を向けさせるため「身体に意識を向けできるだけ身体全体を傾けるように」と教示した。

計測は対象者が床反力計上で立位姿勢となり、初期の重心動揺が収まった時点で開始した。5秒間の静止立位後、計測者がストップウォッチを見ながら1秒ごとにカウントした1から6の号令をかけ3で最大、6で中心に戻るようにして前後左右に重心を動かし、右方移動後5秒間の静止立位で終了とした(Fig. 1)。Cross Testの計測中は踵がプレートから離れたり、体幹を屈曲、側屈させることなく重心移動が行われるように注意した。計測者は計測前の2回の練習により対象者がCross Testの方法を理解したことを確認した。解析項目としてX方向最大振幅とY方向最大振幅の積である矩形面積とした(Fig. 2)。なお、Cross Testにおいては矩形面積の値が大きいほどバランス能力は良いとされる。Cross Testは計測回数における有意な影響は見られず、疾患の評価や治療効果の判定に有効とされている⁸⁾。身体機能の評価としてBerg Balance Scale (以下BBS)、Timed up and go Test (以下TUG)を使用した。BBSはバランス能力の指標で座位、立位での静的な姿勢保持機能、及び動作時のバランス機能の評価が可能とされる⁹⁾。計測はBerg¹⁰⁾の方法に基づいて実施した。TUGはPodsiadloとRichardson¹¹⁾の方法に基づき椅子座位から3 m前方の4脚杖を回り、着座するまでの時間をストップウォッチで計測した。計測は2回行い速い計測値を採用し、杖や装具など入院生活で使用しているものは許可した。

また、下肢筋力の測定はManual Muscle Testing (以下MMT)を用いプレテストとポストテスト時に股関節、膝関節、足関節の筋力をNormal, Good, Fair, Poor, Trace, Zeroの6段階で計測を行った。なお、足関節底屈がFair以上の場合、計測が片足立ちになることから実施できない対象者が多く、分析対象から除外した。

注意機能の評価としてTrail Making Test Part-A (以下TMT-A)を使用した。TMT-Aは、注意障害の検査でA4用紙にランダムに配置された1~25までの数字を順に結んでいき、結び終わるまでの時間を計測するものである¹²⁾。

Cross Testの練習 Cross Testの練習は対象者を担当している理学療法士に同様の方法で行うように依頼した。その際、EFとIFの教示はA4用紙に印刷した文言と同じように行った。Cross Testの練習頻度は1週間で3日とし、1日の施行回数は対象者の状態により2~3回とした。

Fig. 1 Measurement method of Cross Test

During the Cross Test, 1 researcher performed measurement. The subjects were instructed to stand while maintaining a distance of 10 cm between the inner edges of their feet without shoes, and continuously face forward with their arms at their sides. After standing still for 5 seconds from the initial placement of their center of gravity, they performed the following task while the researcher counted from 1 to 6 using a stopwatch: maximally displacing the center of gravity to the right at the count of 3; resuming the initial position at the count of 6; and standing still again for 5 seconds. The measurement was performed after explaining the necessity of displacing the center of gravity without heel elevation or trunk flexion/lateral flexion to the subjects, and confirming that they had sufficiently learned the method through 2 rehearsals.

※Partially modifying and reprinting <Validity of the Cross Test to Evaluate the Equilibrium Function Test> (1994) by Akira Ishikawa et al.

運動学習の検証のこれまでの報告では、課題の練習回数や頻度について健常者を対象に課題の練習を連日行うものや、1日に10回練習を行い調査しているものがみられた^{13,14)}。本研究におけるCross Testの練習頻度は、入院中の高齢者を対象としており、リハビリテーションの対象疾患の他に心疾患や内科的な疾患を合併しているものも多く、運動療法も合わせて行っていることなども考慮し設定した。

計測スケジュール 運動学習の検証を行うため、トランスファーデザインを採用した (Fig. 3)。トランスファーデザインはプレテスト、練習試行、ポストテストからなるもので練習における一時的な変化を排除し運動学習の評価を行うことができる⁶⁾。EF群とIF群でCross Testの改善度の検証はベースラインとしてプレテスト、14日間の練習試行、7日間の休止期間後のポストテストの合計5回計測を行った。なお、計測時に身体機能の評価としてBBS、TUGを同時に計測した。

統計学的分析方法 EF群とIF群の基本属性の比較として正規分布しているものには対応のないt検定、仮定出来ないものにはMann-WhitneyのU検定を行なった。EF群とIF群のBBSとTUGの変化として二元配置分散分析を行い、Cross Testの矩形面積の経時的な変化として、プレテストの値を共変量とした共分散分析を行った後にBonferroniの多重比較法を行った。EF群とIF群のCross Testの矩形面積の改善率〔(ポストテスト-プレテスト)/プレテスト×100〕とBBS、TUG、TMT-Aとの関連性の検討はSpearmanの順位相関係数を求めた。TUGとBBSの改善度 (ポストテスト-プレテスト) とEF群とIF群のCross Testの矩形面積の改善度 (ポストテスト-プレテスト) との関連性の検討についてはSpearmanの順位相関係数、Pearsonの積率相関係数を用いた。また、下肢のMMTにおいてはWilcoxonの符号付順位和検定を用いてプレテストとポストテストでの同側の筋力を比較した。

なお、統計学的有意水準は危険率5%とし二元配置分

Fig. 2 Rectangular area

The area surrounded by the square in this figure is a rectangular area corresponding to the product of X- and Y-direction maximum amplitudes. On the cross test, the balancing capacity is regarded as more favorable in patients with a larger rectangular area.

Fig. 3 Measurement schedule

In the EF and IF groups, measurement was conducted 5 times (pretest (baseline), 14-day practice period, and post-test after 7-day discontinuation) to investigate the improvement rating for the cross test.

散分析と共分散分析はIBM SPSS Statistics ver.22, 他はフリー統計ソフトEZRを使用した。

結 果

EF群とIF群の基本属性の相違 EF群とIF群の間に基本属性, 身体機能, 認知機能, 注意機能, 理学療法開始から計測までの期間について有意差は認められなかった (Table 1・2・3)。

EF群とIF群のCross Testでの矩形面積 EF群とIF群のプレテスト, 1日目, 7日目, 14日目, ポストテストにおける経時的な矩形面積の変化について, 交互作用が認められ ($p < 0.05$), 7日目とポストテストにおいてEF

群で有意に増加がみられた。IF群では有意差はなかった (Fig. 4)。

計測期間中におけるBBS・TUGの変化 BBS, TUGのいずれも交互作用が認められず, それぞれの計測時期で有意な差はなかった (Fig. 5・6)。

EF群とIF群のCross Testにおける矩形面積の改善度とBBS, TUGの改善度の相関係数 いずれも計測期間内で有意差は認められなかった (Table 4)。

EF群とIF群のCross Testの改善率とBBS, TUG, TMT-Aとの関係 いずれの項目においても相関は認め

Table 1. Basic characteristics of the subjects

	External focus gr	Internal focus gr	P-Value
Age	76.2±8.6	77.8±9.4	n.s.
Height(cm)	155.4±9.5	151.5±9.1	n.s.
Weight(kg)	56.3±9.4	50.1±10.5	n.s.
Foot length(mm)	278.9±14.3	277.3±15.7	n.s.
Foot width(mm)	228.0±16.0	222.7±12.1	n.s.
TUG(sec)	18.7±13.2	18.6±8.1	n.s.
BBS(score)	38.6±12.4	37.6±9.8	n.s.
MMSE(score)	27.8±1.5	27.5±1.6	n.s.
TMT-A(sec)	225.6±102.8	235.5±106.3	n.s.

There were no significant differences in any item between the EF and IF groups.
mean±SD n.s.: not significant

Table 2. Basic characteristics of the subjects

	Diacrisis	Age	Sex	Sensation ※1	BRS ※2
External focus gr	Lumbar compression fracture	83	W	Normal	—
	Femoral neck fracture (right)	89	W	Normal	—
	Contusion of lower leg (right)	86	W	Normal	—
	Lumbar compression fracture	74	W	Normal	—
	Lumbar compression fracture	84	M	Normal	—
	Cervical spondylosis	80	W	Hypoesthesia	—
	Pontine infarction	72	M	Normal	V
	Cerebral infarction (right)	64	M	Hypoesthesia	V
	Cerebral infarction (right)	64	M	Normal	V
	Cerebral infarction (right)	80	W	Normal	V
	Cerebral infarction (right)	66	M	Hypoesthesia	V
	Cerebral infarction (right)	72	W	Normal	V
Internal focus gr	Femoral neck fracture (right)	89	W	Normal	—
	Femoral neck fracture (right)	90	W	Normal	—
	Polymyositis	88	W	Hypoesthesia	—
	Cervical burst fracture	85	W	Hypoesthesia	—
	Lumbar compression fracture	86	M	Normal	—
	Meningitis	79	W	Normal	—
	Hypokalemia	71	M	Normal	—
	Foot burn	66	W	Normal	—
	Atherothrombotic brain infarction (left)	70	W	Normal	VI
	Brain hemorrhage (right)	66	W	Normal	VI
	Acute subdural hematoma	85	W	Normal	VI
	Acute subdural hematoma	83	W	Normal	VI
	Cardiogenic cerebral embolism (right)	65	M	Normal	V
	Cerebellar infarction (right)	77	M	Normal	VI
	Brain-stem infarction (right)	67	W	Normal	V

Subject of superficial sensation and grade of paralysis.

※1: Sole of foot (Superficial sensation)

※2: Brunnstrom Recovery Stage (Lower limbs)

Table 3. Number of days from start of physical therapy to start of measurement

	External focus gr	Internal focus gr	P-Value
Day	33.6±18.9	22.1±11.3	n.s.

mean±SD n.s.: not significant

Fig. 4 Rectangular area on the cross test in the EF and IF groups

With respect to the serial changes in the rectangular area in the pretest, on days 1/7/14, and in the post-test in the EF and IF groups, there was an interaction between the two groups ($p < 0.05$).

EF group in 7 days and post-test were increased significantly, but there was no significant difference in the IF group.

Fig. 5 Changes in BBS and TUG during the measurement period

Neither TUG nor BBS showed any interaction. There was no significant difference at any point.

られなかった。

EF群とIF群のプレテストとポストテスト時での下肢MMTの比較 いずれも計測期間内で有意差は認められなかった (Table 5)。

考 察

本研究ではEF群とIF群の基本属性やバランス能力、筋力などの身体機能において有意差が認められなかったことから、運動学習の効果は注意の向け方の違いによるCross Testの課題特異性であったと考えられる。

Cross Testにおける運動学習の効果について、EF群で交互作用が認められたことから、入院中の高齢者においてもEFの教示を行うことで運動学習が促進的に作用することが示唆された。WulfとMcnevinは¹⁵⁾ 健常者を対象とし床反力計でのバランス練習において、EFを用い身体外部へ注意を向けることで、立位での重心動揺が減少したと報告している。また、Chiviacowskyら¹⁴⁾ は平均年齢69歳の高齢者32人をEF群とIF群に分け、不安定板上で立位バランス練習を行ったところEF群の方が練習休止後、効果は持続していたと報告している。Chiviacowskyらの報告と本研究を比較すると、本研究

Fig. 6 Changes in BBS and TUG during the measurement period.
Neither TUG nor BBS showed any interaction. There was no significant difference at any point.

Table 4. Correlation coefficient of rectangular area improvement and BBS, TUG improvement degree in Cross Test of EF group and IF group

	External focus gr	Internal focus gr	P-Value
TUG(sec)	0.37	0.15	n.s.
BBS(score)	0.28	0.057	n.s.

n.s.: not significant

Table 5. Comparison of lower limb MMT during pre-test and post-test of EF group and IF group

		External focus gr				P-Value	Internal focus gr				P-Value
		Pretest		Post-test			Pretest		Post-test		
		R	L	R	L		R	L	R	L	
Ankle	Dorsiflexion	5	5	5	5	n.s.	4	5	4	5	n.s.
	Valgus	5	5	5	5	n.s.	4	5	4	5	n.s.
	Varus	5	5	5	5	n.s.	4	5	4	5	n.s.
Knee	Extension	5	5	5	5	n.s.	4	5	4	5	n.s.
Hip	Flexion	5	5	5	5	n.s.	4	5	4	5	n.s.
	Extension	5	5	5	5	n.s.	4	5	4	5	n.s.

median n.s.: not significant

Normal: 5 Good: 4 Fair: 3 Poor: 2 Trace: 1 Zero: 0

では平均年齢が高く入院中の高齢者を対象としている点は異なるが、EFを用いることで運動学習が促進的に作用した点については同様の結果となった。Cross Testでの運動課題においては、EFの指示を行なったことで「床」に意識が向き、足底から求心性の情報入力を得られやすく、それに伴い運動方向が明確になった可能性がある。足底部には感覚情報を集積する機械受容器が多数存在しており、床反力として求心性情報を提供するといわれている¹⁶⁾。足圧受容器の働きを重心動揺計で検証した研究

では、足底を冷却し足圧情報入力を減少させると静止立位時の足圧中心動揺面積は増加し、Cross Testにおいては前後方向への移動可能点が後方に位置したと報告している¹⁷⁾。また、藤田ら¹⁸⁾は後期高齢者を対象とした検証で硬度の異なるスポンジマットの弁別を足底で行うことにより立位姿勢バランスが向上し、能動的に感覚を探索することでバランスの向上がみられたと報告している。これらから、運動中に身体外部に注意を向けることは感覚情報を得られやすくなり、この度のCross Testを

用いた研究においても運動学習が促進的に作用したと考えられる。

一方で, IFを用いたCross Testにおいては運動学習の効果が認められなかった。要因としてIFの教示により身体に注意を向けたことで足底の感覚受容器から求心性の情報が得られにくく運動方向が理解されにくかった可能性がある。Cross Testでは足関節のストラテジーを用いた随意的な重心移動の運動課題のため身体の傾斜は比較的小さいことが考えられる。同程度の加速度に対して前庭系からの信号に対する筋の応答は, 足部の移動に生じる体性感覚の応答と比較して10分の1であるといわれている¹⁶⁾。これらから身体に注意を向けたことで足部を除いた体性感覚や前庭系からの求心性の情報はEFを用いた場合より比較的小さく運動方向が明確にならずに学習が進まなかったと考えられる。

また, EF群とIF群におけるCross Test改善率とBBS, TUG, TMT-Aについてはそれぞれの群において相関がなかった。BBS, TUGにおいてはどちらの対象者群も転倒のカットオフポイントである49点¹⁹⁾, 13.5秒²⁰⁾よりも数値が低かった。しかし, TUGに際し, 対象者は杖または補装具なしで歩行可能であり, 身体機能の低下は軽度であったことが相関を認めなかった理由と考えられる。TMT-Aについては, 60歳~85歳までの健常者の平均値は 52.6 ± 17.4 (25-110) 秒²¹⁾で300秒以上要するものは認知機能の低下が疑われ²²⁾, EF群は 225.6 ± 102.8 秒, IF群は 235.5 ± 106.3 秒であった。これらから, 認知機能の低下までは至っていないが, 健常者の平均値と比較するとEF群, IF群のいずれも注意機能の軽度低下の傾向が認められた。

以上から, 本研究の対象者のような疾患を問わず軽度の身体機能の低下や注意機能が低下しているものは, EFの教示によりCross Testでの運動学習を促進的に作用させる可能性が示唆された。したがって, 運動学習を目的に運動課題を遂行するうえで, 課題中のフィードバックを身体内部の変化量によって求めるのではなく, 身体外部からの情報量を増加させることでフィードバックが分かりやすくなり運動学習が促される可能性がある。注意方向についての研究ではQuadriceps Settingの課題において, 膝を伸ばす教示よりも「枕」を使用するEFを用いた教示の方が筋電図の値が増大したと報告されており²³⁾, 注意方向を変えることでパフォーマンスは向上すると考えられる。本研究において対象者は軽度の身体機能の低下や注意機能が低下している入院中の高齢者のため疾患の影響を受けにくい状態であったと推察される。

Cross Testは立位姿勢からの随意的な安定性限界を計測するもので, 必要な機能として前方移動では下腿三頭筋や足趾屈筋の筋力, 足関節背屈の可動性, ハムストリン

グスの柔軟性などが, 後方に移動する際には, 前脛骨筋や足趾伸筋, 大腿四頭筋の筋力, 側方移動では支持側下肢の足関節外反位支持機構が関与するといわれている²⁴⁾。本研究ではCross Testに必要とされる足関節底屈筋の筋力が計測できず, 他の筋力の計測においてもMMTでは詳細な運動機能の変化を捉えることが十分ではなかったと思われる。また, EF群とIF群のCross Testでの矩形面積の経過において最も学習の効果が期待できる14日目に有意差が出なかった要因として, Cross Testの練習と運動療法を平行して行っていたことや, 身体機能が低下しているものを対象としたため, 学習が完全に成立し一定のパフォーマンスを出すまでに時間がかかったことが推察される。

また, 他の身体機能が改善していないにも関わらずにEF群, IF群のCross Testの改善度が異なることは, 対象者の予備能力内の変化であることが推察されるため, 今後は運動課題の難易度の設定や練習回数, 詳細な運動機能の計測についての検討が必要と思われる。

結 論

本研究はEFとIFのどちらがCross Testにおいて運動学習に有効なのか入院中の高齢者を対象に身体機能, 注意機能から検討し明らかにすることを研究目的とした。結果, EF群の方がIF群よりもCross Testでの運動学習に促進的に作用した。しかし, EF群とIF群のそれぞれの改善率と身体機能, 注意機能との間に相関は認められなかった。軽度の身体機能, 注意機能の低下のある高齢者であればEFを用いることでCross Testでの運動学習は促進的に作用することが示唆された。

利益相反自己申告: 申告すべきものはなし

引用参考文献

- 1) Wulf G (福永哲夫, 水藤 健, 沼尾 拓訳). 注意と運動学習-動きを変える意識の使い方-, 市村出版, 東京, 81-102, 2010.
- 2) 水藤 健, 渡邊 壘, 寺尾育子, 沼尾 拓: 外的焦点 (external focus) を応用した歩行トレーニング, 理学療法, 29: 759-765, 2012.
- 3) Wulf G, Hübner M, Prinz W. Instructions for motor learning: differential effects of internal versus external focus of attention. *J Mot Behav* 30: 169-179, 1998.
- 4) Wulf G, Weigelt M, Poulter D, Mcnevin N. Attentional focus on suprapostural tasks affects balance learning. *Q J Exp Psychol A* 56: 1191-1211, 2003.
- 5) Shumway-cook A, Woollacott M (田中 繁, 高橋 明監訳). モーターコントロール-研究室から臨床実践へ-, 医薬出版, 東京, 23-47, 2013.
- 6) 大橋ゆかり. 運動学習の効果は永続的なもの-運動学習の定義と実験デザイン-, セラピストのための運動学習

- ABC, 7-14, 文光堂, 2004.
- 7) 月村泰治, 池田珠江: 起立の安定域の検討 (1) - 脳性麻痺における Cross Test -, リハ医学, 19: 25-32, 1982.
- 8) 石川 朗, 武藤美穂子, 佐伯秀一, 森川 亘, 原 秀幸, 杉野由佳, 滝野勝昭, 田中 繁, 羽田康司, 三上真弘: 平衡機能検査を目的とした Cross Test の有効性, 理学療法学, 21: 186-194, 1994.
- 9) 内山 靖, 小林 武, 潮見泰藏. Functional Balance Scale (FBS), 臨床評価指標入門 - 適用と解釈のポイント -, pp103-108, 協同医書出版社, 2003.
- 10) Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Gayton D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada* 41: 304-311, 1989.
- 11) Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up and Go: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 39: 142-148, 1991.
- 12) 高岡 徹, 尾崎浩子: Trail Making Test, 臨床リハ, 18: 246-250, 2009.
- 13) 藤澤宏幸, 武田涼子, 村上賢一, 鈴木 誠, 吉田忠義, 梁川和也: ファンクショナル・リーチを用いた姿勢最適化トレーニングにおける internal focus of attention と external focus of attention の教示効果の差異について, 理学療法の歩み, 21: 23-31, 2010.
- 14) Chiviacowsky S, Wulf G, Wally R. An external focus of attention enhances balance learning in older adults. *Gait Posture* 32: 572-575, 2010.
- 15) Wulf G, Mcnevin NH. Simply distracting learners is not enough: more evidence for the learning benefits of an external focus of attention. *Eur J Sport Sci* 3: 1-13, 2003.
- 16) 大杉紘徳: 足底感覚, PT ジャーナル, 49: 1023, 2015.
- 17) 浅井 仁, 奈良 勲, 立野勝彦, 藤原勝夫, 山下美津子: 極低温空気による足底冷却が安静時立位姿勢調節及び有効支持基底面の広さに及ぼす影響, 理学療法学, 18: 19-25, 1991.
- 18) 藤田浩之, 中野英樹, 粕渕賢志, 森岡 周: 後期高齢者の立位姿勢バランスに対する足底知覚トレーニングの介入効果 - 施設入所後期高齢者における無作為化比較試験による検討 -, 理学療法科学, 27: 199-204, 2012.
- 19) Shumway-cook A, Baldwin M, Polissar NL, Gruber W. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Phys Ther* 77: 812-819, 1997.
- 20) Shumway-cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up&Go test. *Phys Ther* 80: 896-903, 2000.
- 21) 原田浩美, 能登谷晶子, 中西雅夫, 藤原奈佳子, 井上克己: 健常高齢者における神経心理学検査の測定値 - 年齢・教育年数の影響 -, 高次脳機能研究, 26: 16-24, 2006.
- 22) 岩瀬弘明, 村田 伸, 日沖義治, 北尾沙友里, 中村純子, 中井良哉, 村上貴士, 窓場勝之: Trail Making Test と Mini-Mental State Examination との関連 - 簡便な認知機能低下の識別方法の検討 -, *Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy* 3: 1-4, 2013.
- 23) 光田尚代, 高木綾一, 鈴木俊明: Quadriceps Setting における理学療法士の介入方法が大腿四頭筋の筋活動に及ぼす影響 - Internal focus と External focus による検討 -, 関西理学, 12: 35-39, 2012.
- 24) 福山勝彦, 丸山仁司: Cross test と他のバランス検査との関係, 理学療法科学, 25: 79-83, 2010.