

## 前庭系のバランス機能が良いほど海馬の容積が大きい ～健常高齢者における調査～

アルツハイマー型認知症患者では、海馬が委縮することに加えバランス障害を呈しやすいことが知られています。また、海馬とこれを構成する下位領域の容積は、加齢や疾患、トレーニングの影響を受けることも明らかとなっています。しかし有酸素運動とダンストレーニングとでは、海馬の各下位領域に与える影響が部分ごとに異なっており、海馬のどの下位領域がバランス機能に関わっているかは、よく分かっていませんでした。

そこで本研究では、健常高齢者を対象に、頭部MRI検査により海馬の容積を調べるとともに、姿勢安定度指標（IPS）を用いたバランス検査を行い、前庭機能（平衡感覚）や固有感覚（体の位置や動き）などを評価しました。

その結果、視覚や固有感覚を妨げた条件でのみ、海馬全体の容積との間に正の相関が確認されました。部分容積との関連については、海馬分子層、歯状回顆粒細胞層および分子層、アンモン角領域CA3、CA4とバランス機能との間に正の相関を認めました。相関を示した部分は、前庭系の入力を強く受ける部位であり、バランス機能と海馬の容積の関係には、前庭系が関与していると考えられました。このことから、健常高齢者では、前庭系に関連するバランス機能が良いほど、海馬全体や特定の部分容積が大きいことが分かりました。

また、本研究で用いたバランス指標が、海馬を介した前庭系機能や認知症におけるバランス障害の評価に有効である可能性が示唆されました。

### 研究代表者

筑波大学医学医療系

新井 哲明 教授

## 研究の背景

海馬やそれを構成する下位領域は、加齢やアルツハイマー型認知症<sup>注1)</sup>といった疾患で容積が減少することが知られています。一方、海馬は生涯を通じて新しいニューロンを生成する能力も有しており、健常高齢者が有酸素運動とダンスを実施した研究では、両群とも、介入後に海馬を構成する部分体の容積の増大が認められ、特にダンスを実施した群でのみ、海馬の歯状回領域の増大とバランス機能の向上が見られたことを報告しています。しかし、身体のバランス機能を保つには、視覚系、体性感覚系（体の表面や内部の感覚）、前庭系（体の動きに伴うバランス）の統合が必要で、バランス機能の要素と海馬容積との具体的な関係についてはよく分かっていませんでした。

バランス機能と海馬との関連については、動物実験において、前庭感覚器<sup>注2)</sup>の刺激により海馬が活性化することが示されており、ヒトを対象とした場合にも、前庭機能障害が空間認知能力の低下と海馬萎縮につながるということが報告されています。そこで、本研究では、バランス機能の中でも、視覚系や固有感覚（体の位置や動き）が海馬容積に影響すると仮説を立て、各条件と海馬全体、および、海馬を構成する下位領域 CA3、CA4（歯状回やアンモン角といった前庭系の入力を受ける領域）の容積との関連を調査しました。各感覚系のバランス評価は、姿勢安定度指標（Index of Postural stability: IPS）<sup>注3)</sup>を用いて検査し、通常の測定条件に加えて、視覚ブロック条件（閉眼して視覚を妨げる）や、固有感覚ブロック条件（柔らかい測定板を使用して固有感覚を妨げる）も導入しました。これらを複合した閉眼／軟面条件での検査は、前庭感覚器がつかさどる平衡感覚に注目したバランス評価として有効と考えられます。

## 研究内容と成果

認知機能に問題のない茨城県在住のボランティア 30 名（男性 14 名；平均年齢  $75.4 \pm 5.4$  歳、平均 MMSE<sup>注4)</sup>  $29.8 \pm 0.6$  点、女性 16 名；平均年齢  $73.8 \pm 6.4$  歳、平均 MMSE  $29.7 \pm 0.6$  点）を対象とし、バランス検査と頭部 MRI 検査を実施しました。バランス検査では、重心動揺計を用い、4 条件（開眼／硬面条件、開眼／軟面条件、閉眼／硬面条件、閉眼／軟面条件）で IPS を測定しました（図 1）。頭部 MRI 検査では 3 次元 T1 強調画像<sup>注5)</sup>を取得し、脳の局所容積を計算するツールとして広く使用されている Freesurfer 6.0.0 を用いて、海馬を 12 の下位領域として出力しました。IPS と、海馬全体および各下位領域の容積を全脳容積で割った比率に対して相関分析を行ったところ、海馬全体容積については、IPS 閉眼／軟面条件のみが有意な正の相関を示しました。下位領域については、分子層、歯状回顆粒細胞層および分子層、アンモン角の CA3、CA4 領域で正の相関を認め、特に、IPS 閉眼／軟面条件で強く相関していました。IPS 閉眼／軟面条件は、前庭系のバランス機能を反映する指標であり、海馬全体や特定の下位領域の容積には、前庭系が関与していると考えられました。

## 今後の展開

今回の研究は、健常高齢者を対象に、海馬の下位領域の体積とバランス指標との関連を調査した最初の研究です。バランス指標の中でも、前庭系を反映する指標が海馬全体や各下位領域と強い関連を示し、海馬と前庭系の関連が明らかになりました。今後、IPS を用いたバランス評価により海馬萎縮を捉えるための方法論を確立するとともに、バランス障害の治療が海馬に及ぼす影響を追跡し、認知症患者の臨床症状への効果の有無についても評価を行っていく予定です。

## 参考図



図1 本研究で用いたバランス指標 IPS と各ブロック条件の計測法  
目を開閉することで視覚情報によるバランス能力について、硬/軟面を使うことで下肢の感覚によるバランス能力について評価が可能。閉眼/軟面の状況では前庭感覚の平衡感覚が評価できる。

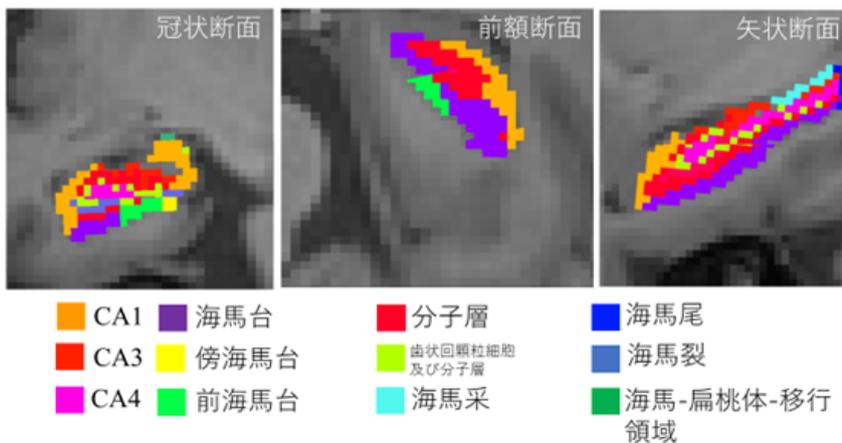


図2 Freesurfer 6.0.0 を用いた海馬の部分ごとの容積

## 用語解説

注1) アルツハイマー型認知症

認知症の原因として最も多い疾患。通常記憶や見当識の障害から始まり、緩徐に進行する。65歳以降の老年期に発症することが多い。

注2) 前庭感覚器

耳石器と三半規管で構成された、平衡感覚に関する受容器のこと。

注3) 姿勢安定度評価指標 (Index of Postural stability: IPS)

体の揺れを計測する重心動揺計を用い、体を前後左右に傾けられる範囲と各位置での体の揺れの計測によりバランス機能を表す指標。

注4) 簡易認知機能評価尺度 (mini mental state examination: MMSE)

簡易認知機能評価尺度。記憶力や見当識について問う質問で構成されており、軽度認知障害やアルツハイマー型認知症のスクリーニング検査に用いられる。

#### 注5) T1 強調画像

MR 画像は信号強度の強弱で画像を白と黒の濃淡で表示する。T1 強調画像では脳室内の脳脊髄液などの液体成分を低信号（黒）、脂肪組織などを高信号（白くなる）で表示しており解剖学的な構造がわかりやすい。

#### 研究資金

本研究は特定の機関からの資金提供を受けずに実施されました。

#### 掲載論文

- 【題 名】 Relationship between hippocampal subfields volume and balance function in healthy older adults  
(健常高齢者における海馬の下位領域の容積とバランス機能の関連)
- 【著者名】 Ryotaro Ide, Miho Ota, Yasushi Hada, Takumi Takahashi, Masashi Tamura, Kiyotaka Nemoto, Tetsuaki Arai
- 【掲載誌】 Gait & Posture
- 【掲載日】 2023 年 2 月 8 日
- 【DOI】 doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.02.003

#### 問い合わせ先

##### 【研究に関すること】

太田 深秀 (おおた みほ)

筑波大学医学医療系 教授

URL: <http://www.tsukuba-psychiatry.com/>

##### 【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: [kohositu@un.tsukuba.ac.jp](mailto:kohositu@un.tsukuba.ac.jp)