

令和 2 年 6 月 23 日現在

機関番号：82674

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01550

研究課題名(和文)嚥下に伴う甲状腺からのホルモン分泌促進メカニズムの解明とフレイル予防への応用

研究課題名(英文) Studies on mechanism of hormonal secretion from thyroid gland associated with swallowing for possible application to frail prevention

研究代表者

堀田 晴美 (Hotta, Harumi)

地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター(東京都健康長寿医療センター研究所)・東京都健康長寿医療センター研究所・研究部長

研究者番号：70199511

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、咽頭への刺激により甲状腺からのホルモン(サイロキシン、カルシトニン)分泌が増えるか調べた。やわらかいバルーンを口から咽頭へ出し入れして、麻酔をかけたラットの咽頭を刺激した。咽頭の刺激中、甲状腺からのホルモン分泌が増加した。この反応は、咽頭や甲状腺と脳をつなぐ神経の切断で消失した。それら神経の活動が咽頭刺激中に増加することも確認した。以上より、咽頭が刺激される嚥下時には神経性反射によって、サイロキシンとカルシトニンの分泌が増えることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者のフレイル予防のために「口から食べる」重要性が指摘されている。しかし、その理由はよくわかっていなかった。サイロキシンは、全身の細胞の代謝を高め、精神刺激作用ももつ。カルシトニンには、骨を強くする働きがある。したがって、嚥下に伴い甲状腺からのこれらのホルモン分泌が反射的に促進されるという本研究の成果から、「口から食べること」がこころやからだを活性化し、生きる意欲を高める理由の一つが明らかとなり、嚥下機能の維持がフレイル予防につながる科学的論証を提供した。本研究の成果は、高齢者のフレイルを予防する新しい方法開発への応用につながるだろう。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to clarify whether stimulating the pharynx increases secretion of hormones into thyroid venous blood in anesthetized rats. A soft balloon was pushed into the pharynx from the mouth intermittently to stimulate the pharynx. The secretion rate of thyroxine and calcitonin doubled during pharyngeal stimulation. These responses were abolished by cutting the superior laryngeal nerves connecting the pharynx and the thyroid gland to the brain, and the activities of these nerves increased during pharyngeal stimulation. These results suggest that the response is a reflex, in which activation of pharyngeal mechanoreceptors produced an activation of the parasympathetic nerve innervating the thyroid. From these results, it was concluded that the secretion of thyroxine and calcitonin increases during swallowing due to the neural reflex.

研究分野：生理学

キーワード：甲状腺 咽頭 上喉頭神経 サイロキシン カルシトニン 機械的刺激 副交感神経 交感神経

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高齢人口の増加に伴い、要介護予備群であるフレイルが問題となっている。経管栄養に頼りがちな現代医療において、高齢者のフレイル予防のために「口から食べること」の重要性が指摘されている。しかし、その理由はよくわかっていない。からだの細胞の代謝は、甲状腺から分泌されるホルモンによって調節される。甲状腺は喉に位置するが、甲状腺のはたらきと嚥下との関係についてはほとんど注目されてこなかった。私たちは最近、嚥下を誘発する上喉頭神経の電気刺激が、甲状腺からのホルモンの分泌を促進することを見いだした。

甲状腺には交感神経と副交感神経(上喉頭神経)の二重支配があることが解剖学的に知られていたが、その役割はわかっていなかった。私たちは、甲状腺からのホルモン(T₃, T₄ とカルシトニン)の分泌が副交感神経により促進性に、交感神経により抑制的に調節されることをラットで明らかにした[1]。上喉頭神経は、副交感神経(ラットでは無髄神経)に加え、嚥下反射の引き金となる咽頭粘膜からの情報を伝える求心性神経(有髄神経)を含む。そこで、麻酔したラットの上喉頭神経を弱い電流で刺激して有髄神経のみを興奮させたところ、嚥下反射の誘発と同時に、甲状腺からのホルモン分泌が増加するという、予想外の現象を発見した。

これらの研究から、喉からの求心性情報が、副交感神経を活性化して反射的に甲状腺からのホルモン分泌を促進する可能性が浮上してきた。

2. 研究の目的

本研究では、これまでの研究成果を発展させ、嚥下に伴う甲状腺からのホルモン分泌促進のメカニズムを明らかにすることを目的とする。具体的には、咽頭からの情報が反射的に甲状腺からのホルモン分泌を促す「咽頭-甲状腺反射」の存在とそのメカニズムを明らかにするため、以下の3つの研究をおこなった[2]。

(1) 麻酔下のラットにおいて、嚥下時に受けるような刺激を咽頭へ与え、「咽頭-甲状腺反射」の存在を確かめる。咽頭刺激で甲状腺からのホルモン分泌が増加したら、その反応に上喉頭神経が関わるかどうか、上喉頭神経の切断で調べる。

(2) 咽頭からのどのような情報がかかわるか。上喉頭神経を通して中枢に伝えられる末梢からの求心性情報のうち、どのような情報が反応に関わるか調べる(咽頭-甲状腺反射の求心路の解析)。

(3) 交感神経あるいは副交感神経がかかわるか。甲状腺を支配する交感神経あるいは副交感神経が関わる可能性を調べる(咽頭-甲状腺反射の遠心路の解析)。

3. 研究の方法

Sprague Dawley 系雄ラット(3~6ヶ月齢、体重440~700g)を用い、3つの実験、すなわち(1)甲状腺からの静脈血の採取、(2)求心性神経活動の記録、および(3)遠心性神経活動の記録、を行った。動物を麻酔(urethane, 1.1 g/kg, i.p.)し、気管カニューレから人工呼吸を行って換気を一定に維持した。輸液と全身動脈圧測定のため、一侧の大腿静脈と大腿動脈にカニューレを挿入した。直流加熱パッドと赤外線ランプを使用して、深部体温を37~38°Cに維持した。実験中、必要に応じてurethaneを追加し、逃避反射をおこさず血圧の安定した状態を保つ適切な麻酔レベルを維持した。

(1) 甲状腺静脈血漿の採取とホルモン分泌速度の算出

先行研究[1]の方法で、甲状腺静脈血の採取・血漿中のホルモン濃度測定を行い、その濃度と流

速から甲状腺ホルモンのサイロキシン(T4)、カルシトニン(CT)、および副甲状腺ホルモン(PTH)の分泌速度を計算した。

4本の甲状腺静脈の1つに細いポリエチレンのカテーテルを挿入し、他の3つの枝を結紮した。1サンプルあたり約250 μ Lの血液を連続的に採取した。ヘパリンを添加した4% Ficoll PM70溶液を持続注入することで失血を補った。市販のELISAキットを用い、free T4、CT、およびPTHの甲状腺静脈血漿中濃度をそれぞれ測定した。

(2) 上喉頭神経からの求心性神経活動の記録

上喉頭神経から求心性神経放電を記録した。頸部皮膚を正中切開し、一側の上喉頭神経の主幹を分離し、節状神経節の近くで切断した。分離した神経は温かい流動パラフィンで覆い、上喉頭神経の切断末梢部から求心性の活動電位を、双極白金イリジウム線電極を介して導出し、増幅した。骨格筋の電気的活動の混入を防ぐため、筋弛緩薬(gallamine-triethiodide 20 mg/kg, i.v.)を投与した。

(3) 甲状腺を支配する副交感神経および交感神経からの遠心性神経活動の記録

上述した求心性神経の記録と同様の電極、筋弛緩薬、増幅器を使用して、副交感神経あるいは交感神経の甲状腺枝の切断中枢端から遠心性放電を記録した。

副交感神経活動: 甲状腺神経を分離し、甲状腺のできるだけ近くで切断した。交感神経遠心性神経活動の混入を避けるため、頸部交感神経幹はあらかじめ両側性に切断しておいた。実験の最後に神経節遮断薬を投与すると活動がほとんど見られなくなったことから、活動は副交感神経節後線維に由来することを確認した。

交感神経活動: 上頸神経節から出て甲状腺に向かって走る節後神経枝から記録した。神経枝は頸部交感神経節から約3~5 mm 遠位の甲状腺上動脈近くで切断した。各ラットの記録実験の最後に同側頸部交感神経幹を切断し、活動が著しく減少したことから、記録された活動が交感神経節後線維に由来することを確認した。

4. 研究成果

(1) 咽頭の機械的刺激方法の開発

摂食時に食物が咽頭を通過するときに加わるような刺激を想定し、しぼんだ薄いゴム製のバ

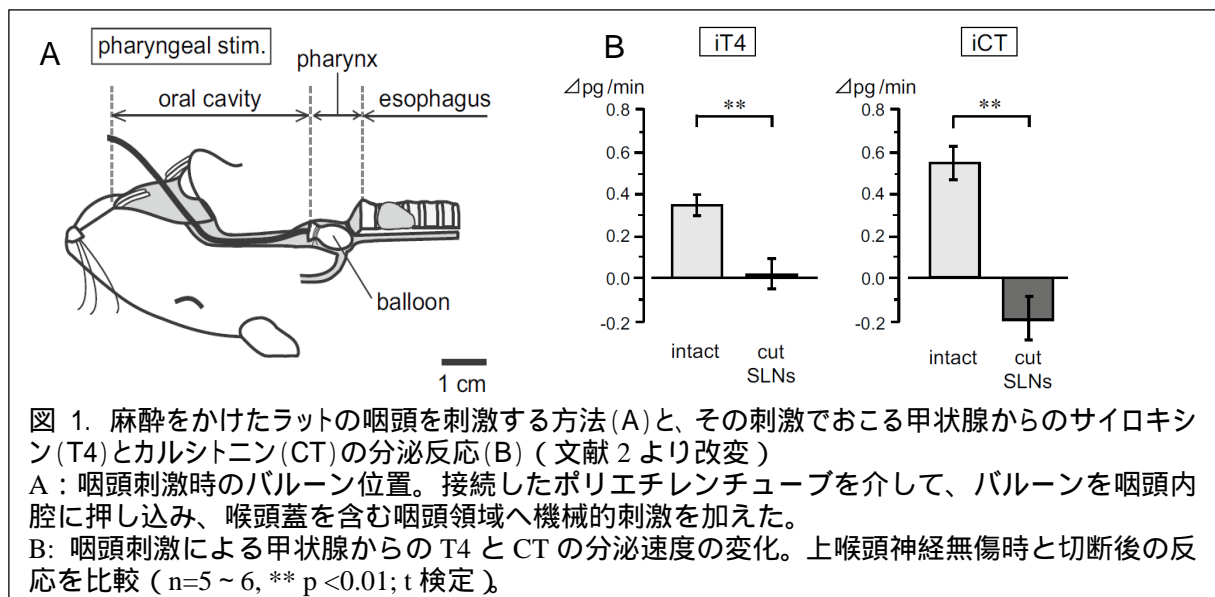


図 1. 麻酔をかけたラットの咽頭を刺激する方法(A)と、その刺激でおこる甲状腺からのサイロキシン(T4)とカルシトニン(CT)の分泌反応(B) (文献2より改変)

A: 咽頭刺激時のバルーン位置。接続したポリエチレンチューブを介して、バルーンを咽頭内腔に押し込み、喉頭蓋を含む咽頭領域へ機械的刺激を加えた。

B: 咽頭刺激による甲状腺からのT4とCTの分泌速度の変化。上喉頭神経無傷時と切断後の反応を比較 (n=5~6, ** p<0.01; t検定)

ルーンを口から咽頭に押し込んでみた。すると、嚥下反射が誘発された。そこで、これは、麻醉ラットに繰り返し与えることができる咽頭への適刺激と判断した。

バルーンを舌上に置いておき、刺激のさいには、10秒に1回1秒間、バルーンを咽頭腔に押し込み、元の位置に戻した(図1A)。

(2) 咽頭刺激が T4、CT、PTH 分泌速度に及ぼす影響

上喉頭神経無傷時：上記の方法で咽頭に機械的刺激を6~9分間与えると、T4とCTの分泌速度は刺激中に約2倍に増加し、刺激終了後に刺激前のレベルに戻った。T4分泌速度は、刺激前は 0.37 ± 0.03 pg/min (平均 ± 標準誤差) から、刺激中に 0.70 ± 0.04 pg/min に増加した。CT分泌速度は前刺激の 0.72 ± 0.06 pg/min から咽頭刺激中 1.25 ± 0.12 pg/min に増加した。咽頭刺激中、PTH分泌には有意な変化はなかった。1時間以上の間隔をあけて同じ咽頭刺激を与えると、同様の反応が再現された。咽頭刺激中に、血漿流速は83%、平均動脈圧は24%増加した。咽頭刺激中に見られたT4、CT、PTHの分泌、血漿流速、および血圧の変化はいずれも、無傷の上喉頭神経の電気刺激中の変化[1]と同程度だった。

上喉頭神経切断後：咽頭刺激によるT4とCT分泌反応における上喉頭神経の役割を明らかにするため、上喉頭神経の主幹(図2A, a)を両側性に切断し、切断した前後で、T4およびCT分泌に対する咽頭刺激の影響を調べた。上喉頭神経を切断後、これらホルモンの基礎分泌レベルはほとんど変わらなかったが、咽頭刺激によるT4およびCTの分泌の増加は見られなくなった。上喉頭神経の切断により、咽頭刺激中のT4とCT分泌の増加が有意に減弱した(図1B)。

本研究により、咽頭の機械的刺激が甲状腺からのT4とCTの分泌を増加させることが初めて示された。さらに、この反応は、上喉頭神経の切断後に完全に消失することから、上喉頭神経を介した神経性反射によっておこることが証明された。

(3) 咽頭刺激に対する上喉頭神経の求心性活動の変化

上喉頭神経の主幹(図2A, a)を節状神経節の近くで切断し、切断末梢部から求心性神経活動を記録した。咽頭刺激に応じた単一求心性ユニットでは、安静時の自発放電はなく、咽頭刺激中に群発放電を発生した。咽頭刺激時の活動頻度は、最大 80 ± 14 Hz (n=6)であった。

上喉頭神経の有髄求心性ユニットは、喉頭蓋の位置や受動的動き、咽頭やその周囲の粘膜への触刺激などの機械的刺激に反応すると報告されていた。T4とCT分泌を促進させることが今回明らかとなった、やわらかいバルーンを動かすことによって咽頭に与えた軽い機械的刺激によ

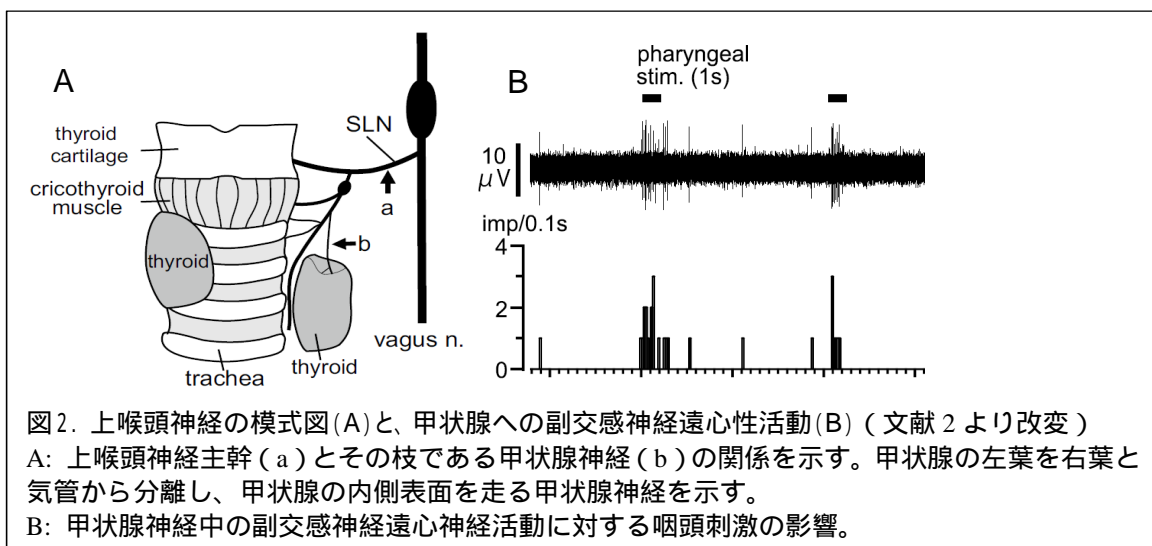


図2. 上喉頭神経の模式図(A)と、甲状腺への副交感神経遠心性活動(B) (文献2より改変)

A: 上喉頭神経主幹(a)とその枝である甲状腺神経(b)の関係を示す。甲状腺の左葉を右葉と気管から分離し、甲状腺の内側表面を走る甲状腺神経を示す。

B: 甲状腺神経中の副交感神経遠心性活動に対する咽頭刺激の影響。

って、上喉頭神経求心性神経が実際に高頻度で活動することがわかった。

(4) 咽頭刺激に対する甲状腺自律神経の遠心性活動の変化

上喉頭神経甲状腺枝 (図 2A, b) 中の副交感神経遠心性活動を記録すると、安静時には自発活動がほとんど見られなかった。しかし、咽頭刺激を加えると、咽頭が 10 秒毎に 1 秒間刺激されるたびに群発放電が見られた (図 2B)。咽頭刺激時の活動頻度は最大 78 ± 19 Hz (n=6) だった。一方、甲状腺支配の交感神経は、安静時に自発放電があり、その活動は咽頭刺激中にほとんど変化しなかった。

本研究で明らかとなった咽頭刺激中のホルモン分泌の変化は、上喉頭神経の遠心性の電気刺激による反応と類似しており、頸部交感神経幹の遠心性の電気刺激による反応とは異なっていた。交感神経の安静時の活動は、甲状腺からのホルモン分泌に対し抑制的に作用する [1] ため、咽頭刺激中の T4 および CT 分泌の増加は、交感神経のトーンスの減少によっても生じ得る。しかし、本研究では、咽頭刺激中に甲状腺交感神経活動は減少せず、甲状腺副交感神経活動が顕著に増加することがわかった。したがって、咽頭刺激による T4 と CT の反射増加の主な遠心路は副交感神経であると結論づけられる。

(4) 研究成果の生理的意義および臨床的意義

以上、本研究は、嚥下に伴う食物による機械的な咽頭刺激が甲状腺からのホルモン分泌反射を引き起こす自然刺激の一つであることを示した。一般血中 T4 や CT のレベルが意識下のヒトや動物で食後に急速に増加するとの報告がある。その変化は、下垂体からの甲状腺刺激ホルモンや血漿 Ca^{2+} などの液性調節因子の変化とは無関係に生じることから、反応のメカニズムは不明とされていた。本研究で明らかにした咽頭 甲状腺反射のメカニズムは、摂食後に T4 と CT を増加させる生理的なメカニズムに関与すると考えられる。T4 は全身の多くの細胞に作用し、CT は骨の細胞に作用して、代謝を調節することから、食事で吸収される栄養素を体内で有効に代謝するために、不可欠なしくみであると推測される。

これまで私たちは、理学療法に根本的に重要な皮膚への刺激が、膀胱、子宮、心臓や視床下部からのホルモン分泌など、種々の自律機能におよぼす反射性反応とそのメカニズムについて、麻酔した動物を用いてシステム生理学的に調べてきた[3,4]。例えば、膀胱の収縮頻度を低下させる軽微な皮膚刺激方法を見出し、その神経性メカニズムを明らかにする一方、その方法が、過活動膀胱による高齢者の夜間頻尿を緩和することを示した。本研究の成果から、嚥下障害などにより口から摂食できない場合に、高齢者のフレイルを予防する新しい理学療法として、今回用いたような咽頭刺激が有効である可能性が考えられる。本研究をもとに、咽頭への刺激がもたらす様々な自律反応のメカニズムを明らかにするとともに、実際に臨床応用へつなげるよう、研究を展開していきたい。

< 引用文献 >

1. Hotta H, Onda A, Suzuki H, Milliken P, Sridhar A (2017) Modulation of calcitonin, parathyroid hormone, and thyroid hormone secretion by electrical stimulation of sympathetic and parasympathetic nerves in anesthetized rats. *Front Neurosci* 11: 375.
2. Iimura K, Suzuki H, Hotta H (2019) Thyroxine and calcitonin secretion into thyroid venous blood is regulated by pharyngeal mechanical stimulation in anesthetized rats. *J Physiol Sci* 69: 749–756.
3. Hotta H, Uchida S (2010) Aging of the autonomic nervous system and possible improvements in autonomic activity using somatic afferent stimulation. *Geriatr Gerontol Int* 10 Suppl 1: S127–S136.
4. Hotta H, Watanabe N (2019) Gentle Perineal Skin Stimulation for Control of Nocturia. *Anat Rec (Hoboken)* 302: 1824–1836

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Iimura Kaori, Suzuki Harue, Hotta Harumi	4. 巻 69
2. 論文標題 Thyroxin and calcitonin secretion into thyroid venous blood is regulated by pharyngeal mechanical stimulation in anesthetized rats	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physiological Sciences	6. 最初と最後の頁 749 ~ 756
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12576-019-00691-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Hotta Harumi, Suzuki Harue, Inoue Tomio, Stewart Mark	4. 巻 -
2. 論文標題 Involvement of the basal nucleus of Meynert on regional cerebral cortical vasodilation associated with masticatory muscle activity in rats	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0271678X19895244	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Hotta Harumi, Watanabe Nobuhiro	4. 巻 302
2. 論文標題 Gentle Perineal Skin Stimulation for Control of Nocturia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Anatomical Record	6. 最初と最後の頁 1824 ~ 1836
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ar.24135	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 堀田 晴美、飯村 佳織、鈴木 はる江	4. 巻 56
2. 論文標題 自律神経反射による甲状腺機能の調節	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 自律神経	6. 最初と最後の頁 132 ~ 137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.32272/ans.56.3_132	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 飯村 佳織、渡辺 信博、鈴木 はる江、堀田 晴美	4. 巻 -
2. 論文標題 咽頭への刺激によって起こる甲状腺からのホルモン分泌とその神経性メカニズム	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 脳神経内科（神経内科）	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Watanabe Nobuhiro, Sasaki Satoshi, Masamoto Kazuto, Hotta Harumi	4. 巻 11
2. 論文標題 Vascular Gap Junctions Contribute to Forepaw Stimulation-Induced Vasodilation Differentially in the Pial and Penetrating Arteries in Isoflurane-Anesthetized Rats	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Molecular Neuroscience	6. 最初と最後の頁 446
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fnmol.2018.00446	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 堀田晴美	4. 巻 42
2. 論文標題 高齢者における疼痛コントロール：感覚情報伝達調節と老化.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 基礎老化研究	6. 最初と最後の頁 37-41
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 堀田晴美、鈴木はる江、飯村佳織、渡辺信博	4. 巻 55
2. 論文標題 加齢により特定タイプの皮膚神経活動が低下することで、膀胱の収縮が抑制されにくくなる.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 自律神経	6. 最初と最後の頁 237-241
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 堀田 晴美	4. 巻 56
2. 論文標題 軽微な機械的皮膚刺激による排尿反射の抑制にかかわる中枢神経メカニズム	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 自律神経	6. 最初と最後の頁 46～53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.32272/ans.56.1_046	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hotta Harumi, Suzuki Harue, Imura Kaori, Watanabe Nobuhiro	4. 巻 12
2. 論文標題 Age-Related Changes in Neuromodulatory Control of Bladder Micturition Contractions Originating in the Skin	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnins.2018.00117	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hotta Harumi, Onda Akiko, Suzuki Harue, Milliken Philip, Sridhar Arun	4. 巻 11
2. 論文標題 Modulation of Calcitonin, Parathyroid Hormone, and Thyroid Hormone Secretion by Electrical Stimulation of Sympathetic and Parasympathetic Nerves in Anesthetized Rats	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnins.2017.00375	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 飯村佳織, 遠田明子, 鈴木はる江, 堀田晴美
2. 発表標題 Thyroxine secretion from the thyroid gland is promoted by non-noxious mechanical stimulation of the pharyngeal mucosa in anesthetized rats.
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会, 神戸, 2018. 7. 26-29
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堀田晴美
2. 発表標題 自律神経反射による甲状腺機能の調節自律. シンポジウム「痛みと情動・自律反応」
3. 学会等名 第71回日本自律神経学会総会, 埼玉, 2018. 10. 25-26 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯村佳織, 遠田明子, 鈴木はる江, 堀田晴美
2. 発表標題 麻酔下ラットにおける咽頭部への機械的刺激は甲状腺からのサイロキシンおよびカルシトニン分泌を促進する.
3. 学会等名 第71回日本自律神経学会総会, 埼玉, 2018. 10. 25-26
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堀田晴美, 鈴木はる江, 飯村佳織, 渡辺信博
2. 発表標題 皮膚刺激による膀胱の排尿収縮の抑制性調節の加齢変化
3. 学会等名 第95回日本生理学会大会, 高松, 2018年3月28-30日
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯村佳織, 遠田明子, 鈴木はる江, 堀田晴美
2. 発表標題 麻酔下ラットにおける咽頭への触刺激は甲状腺からのサイロキシン (T4) およびカルシトニン分泌を促進する
3. 学会等名 第13回環境生理学プレコングレス, 高松, 2018年3月27日
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯村佳織, 遠田明子, 鈴木はる江, 堀田晴美
2. 発表標題 甲状腺からのサイロキシン (T4) 分泌は、麻酔下ラットにおける咽頭への触刺激によって促進される
3. 学会等名 第67回日本老年医学会関東甲信越地方会, 東京, 2018年3月3日
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯村佳織, 堀田晴美, 鈴木はる江, 遠田明子
2. 発表標題 麻酔下ラットの咽頭部への触刺激が甲状腺ホルモン(T4)分泌に与える影響
3. 学会等名 第45回自律神経生理研究会, 東京, 2017年12月2日
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hotta H, Onda A, Suzuki H, Milliken P, Sridhar A
2. 発表標題 Stimulation of the superior laryngeal nerve promotes calcitonin and thyroxine secretion, without changes in parathormone secretion, from the thyroid and parathyroid glands.
3. 学会等名 The 10th Congress of the International Society for Autonomic Neuroscience (ISAN), Nagoya, August 30-September 2, 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hotta H
2. 発表標題 Age-related changes in neuromodulatory control of bladder micturition contractions originating in the skin
3. 学会等名 The 70th Japan Society of Neurovegetative Research (JSNR) Congress in 2017, Nagoya, August 31-September 1, 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 堀田晴美, 鈴木はる江, 飯村佳織, 渡辺信博
2. 発表標題 Age-related changes in inhibition of bladder contractions produced by activation of skin afferent A , A , and C- fibers
3. 学会等名 第40回日本神経科学大会, 幕張, 2017年7月20-23日
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<ul style="list-style-type: none"> ・のどへの刺激で分泌される健康ホルモン（小学館「女性セブン」2019.10.24） ・食べ物を飲み込むときに甲状腺からのホルモン分泌が増える（研究所NEWS No.297, 2020.3） https://www.tmghig.jp/research/publication/news/pdf/297.pdf#page=1 ・<プレシリース> 咽頭への刺激で甲状腺からのホルモン分泌が増えることを発見https://www.tmghig.jp/research/release/2019/0718.html ・<プレシリース> 「咀嚼にともなう脳血流増加の神経メカニズムを解明」 https://www.tmghig.jp/research/release/2019/1225.html

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	飯村 佳織 (IIMURA KAORI)		
研究協力者	鈴木 はる江 (SUZUKI HARUE)		