OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	発達期の吸啜・咀嚼運動における咀嚼筋活動の縦断的解析
Author(s)	山田, 雅治
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/95993
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　山田　雅治　）	
論文題名	発達期の吸啜・咀嚼運動における咀嚼筋活動の縦断的解析

論文内容の要旨

【緒言】

吸啜と咀嚼とは哺乳類における摂食運動であり，顎のリズム運動である．出生後，哺乳類は吸啜によって母乳を摂取するが，離乳を期に吸啜から咀嚼への摂食運動の移行が生じる．離乳後は，咀嚼運動によって固形食を摂取できるようになる．しかし，吸啜から咀嚼への移行における生理学的機構について，詳細は不明である．

離乳後，前歯咀嚼であるBitingと臼歯咀嚼であるChewingの2つの異なる咀嚼運動によって固形物を切断・破砕し，摂食するようになる．咀嚼運動のリズムは離乳後，成長とともに上昇することが報告されていることから，咀嚼運動は離乳後も運動パターンが変化していく可能性がある．しかし，発達に伴う顎や咀嚼筋，摂食運動を支配する三叉神経系の解剖学的な研究は多くなされてきたが，in vivoで吸啜・咀嚼の発達を明らかにした研究は非常に少なく，詳細は不明である．また，これまでの咀嚼運動の発達に関するin vivoの研究は横断的研究が占めているが，咀嚼運動は個体差が大きい運動であることから，縦断的研究の必要性が指摘されている．さらに，これまでの研究はChewingの発達に限られており，Bitingの発達に関する報告はない．

そこで，本研究では14日齢から49日齢までのラットの摂食運動時の咀嚼筋活動を縦断的に記録し，吸啜から咀嚼への移行と，その後に続く咀嚼運動の筋電図学的特性の成熟過程を明らかにすることを目的とした．

【方法】

① 実験動物

雄性SDラット8匹を使用した．生後10日齢のラットの咬筋と側頭筋に筋電図電極を埋入した．14日齢で吸啜運動の咀嚼筋活動を，21日齢から49日齢で咀嚼運動の咀嚼筋活動を縦断的に記録した．離乳は21日齢で行った．

② 筋活動記録

自由行動下で記録した．吸啜運動の記録では母ラットを麻酔して仰向けに固定し，母親の乳首を吸啜させた．咀嚼運動では，Bitingの筋活動の記録にはパスタ（Pasta）を，Chewingの記録には固形餌（Pellet）を使用して記録した．

③ 筋電図解析

連続する10回の筋活動バーストを，吸啜と咀嚼の筋電図波形からそれぞれ2から11箇所抽出した．抽出した波形に，整流，平滑化，ダウンサンプリングによる波形処理を行った．リズム，バーストの持続時間，咀嚼筋活動の協調性を定量化した．

a. リズム

側頭筋筋電図波形に対して自己相関解析と高速フーリエ変換を用いて算出した．最もパワー値の高い周波数値をリズムとして定義した．

b. 筋活動バースト持続時間

筋活動バーストを各筋活動周期の最小値の平均値をもとに閾値を設定し，咬筋・側頭筋それぞれの筋活動バーストを検出した． 各筋活動周期の筋活動バーストの時間を筋活動バースト持続時間として定義した．

c. 咀嚼筋活動の協調性

咬筋と側頭筋筋電図波形に相互相関解析を行った．最も高い相関係数の値を，咀嚼筋間の筋活動の相関性を示す相互相関と定義した．相互相関の値を示す時点に対応する時間の値を，筋活動のタイミングを示すタイムラグとして定義した．

【結果】

① 14日齢の吸啜運動と21日齢の咀嚼運動の比較

吸啜運動では乳首を捕捉するNipple attachmentと母乳を吸啜するRhythmic suckingという連続する運動が認められた.

a. リズム： リズムはNipple attachmentが3.2 ± 0.4 Hzで, Rhythmic suckingが0.5 ± 0.1 Hzであった. 咀嚼運動ではPasta bitingが4.8 ± 0.2 Hzで, Pellet chewingが4.1 ± 0.3 Hzであった. Rhythmic suckingはNipple attachmentや咀嚼運動より有意に遅い運動であり, 咀嚼運動は吸啜運動より有意に速いリズムの運動であった(P<0.01).

b. 筋活動バースト持続時間： Nipple attachmentでは咬筋が0.2 ± 0.0秒であり, 側頭筋が0.1 ± 0.0秒であった. Rhythmic suckingでは咬筋が0.4 ± 0.1秒で, 側頭筋が0.5 ± 0.1秒であった. 咀嚼運動においてはPasta bitingでは咬筋が0.1 ± 0.0秒で側頭筋が0.2 ± 0.0秒であり, Pellet chewingでは咬筋が0.1 ± 0.0秒で側頭筋が0.1 ± 0.0秒であった. 咬筋・側頭筋ともにRhythmic suckingは, 咀嚼運動であるPasta bitingとPellet chewingより有意に長い持続時間の運動であることが示された(P<0.01).

c. 咀嚼筋活動の協調性： 咬筋・側頭筋間の協調運動性に関して, 相互相関は, Rhythmic suckingがPellet chewingよりも有意に高かった(P=0.01). タイムラグにおいては, Nipple attachment(-0.01 ± 0.02秒)とRhythmic sucking(-0.02 ± 0.02秒)では負の値を示したことから, 筋活動周期において咬筋が側頭筋よりも先に活動することを示した. 一方, Pasta bitingではタイムラグが0.00 ± 0.01秒で, 吸啜運動と有意な差を認めなかったが, Pellet chewingでは0.04 ± 0.01秒と正の値を示すことから筋活動周期において咬筋が側頭筋に遅れて活動することを示した. このことから吸啜運動とPasta bitingには咀嚼筋間の協調運動に類似性を認めるが, Pellet chewingは吸啜運動と協調運動性が異なることが示された.

② 21日齢以降の咀嚼運動の発達変化

a. リズム： Pasta biting(P21: 4.8 ± 0.2 Hz, P49: 6.8 ± 0.4 Hz, P<0.01)とPellet chewing(P21: 4.1 ± 0.3 Hz, P49: 4.8 ± 0.3 Hz, P<0.01)ともに49日齢まで経日的に上昇した. リズムの上昇率はPasta biting(41%)の方がPellet chewing(17%)よりも有意に増加した(P<0.01).

b. 筋活動バースト持続時間： Pasta bitingでは持続時間 (咬筋 P21: 0.13 ± 0.01秒, P49: 0.08 ± 0.01秒, P<0.01, 側頭筋 P21: 0.16 ± 0.01秒, P49: 0.09 ± 0.02秒, P<0.01)は49日齢まで経日的に減少した. Pellet chewingでは咬筋の持続時間(P21: 0.12 ± 0.03秒, P49: 0.08 ± 0.02秒)は49日齢まで経日的に減少した(P<0.01)が, 側頭筋では24日齢まで減少(P21: 0.14 ± 0.01秒, P24: 0.12 ± 0.01秒, P<0.01)し, その後一定であった. 側頭筋の筋活動バースト持続時間の減少率は, Pasta biting(40%)の方がPellet chewing(10%)より有意に減少した(P<0.01).

c. 咀嚼筋活動の協調性： 咬筋側頭筋間の筋活動の相互相関とタイムラグに関しては, Pasta bitingでは経日的な変化を認めなかった(相互相関 P21: 0.83 ± 0.04, P49: 0.72 ± 0.07, タイムラグ：P21: 0.0 ± 0.0秒, P49: 0.0 ± 0.0秒)が, Pellet chewingでは21日齢(相互相関：0.67 ± 0.08, タイムラグ：0.04 ± 0.01秒)から24日齢(相互相関：0.82 ± 0.08, タイムラグ：0.03 ± 0.01秒)にかけて有意に変化し(P<0.01), 両者で経日的な発達変化が異なった(相互相関：P<0.01, タイムラグ：P<0.01).

【考察】

本研究によって以下のことが示された：1) Nipple attachmentとPasta bitingはバースト特性と協調運動性に類似点を認め, 吸啜運動とPellet chewingはリズムと協調運動性が有意に異なった. 2) 咀嚼運動は少なくとも49日齢まで運動特性が変化し続け, 日齢によって特異的な発達過程を示した. 3) BitingとChewingでは, リズムやバースト特性, 協調運動性の発達過程が異なった.

このことから, 1) 摂食運動の発達における生理学研究では, 同一個体を使用した縦断的研究が有用である可能性, 2) Biting はバースト特性や協調運動に関する神経機構を, Nipple attachment と共有している可能性, 3) 吸啜から咀嚼への移行に伴って, 摂食運動に関する神経機構の一部は, 新規に形成される可能性, 4) 離乳後, BitingとChewingで, リズムやバースト特性, 咀嚼筋活動の協調性に関する神経機構は異なり, それぞれ固有の発達過程をもつ可能性が示唆された.

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　山田雅治　）		
	（職）	氏　名
論文審査担当者	主査　教授	加藤　隆史
	副査　教授	田中　晋
	副査　准教授	大川　玲奈
	副査　講師	村上　旬平

論文審査の結果の要旨

本研究は、幼若ラットの摂食時の咀嚼筋活動を長期間記録し、吸啜から咀嚼への移行と、その後の咀嚼運動の成熟過程を筋電図学的に解析した。

その結果、咀嚼時に食物を取り込む運動であるBitingは吸啜運動と類似した筋活動特性を示したが、食物を臼磨する運動であるChewingは吸啜運動とは異なる筋活動特性を示したこと、さらに、その２つの運動の特性は、成長に伴い異なる変化を示すことが明らかとなった。

したがって、本研究は顎運動機能の発達の過程の一端を明らかにしたため、博士（歯学）の学位論文として価値のあるものと認める。