頭蓋下顎機能障害患者の夜間睡眠中の病態生理 —睡眠時無呼吸の発現頻度—

Pathophysiological Features in Patients with Craniomandibular Disorders during the Nocturnal Sleep —The Appearance Frequency of Sleep Apnea—

仁村秀由喜, 武田悦孝, 小林義典

Hideyuki NIMURA, Yoshitaka TAKEDA, and Yoshinori KOBAYASHI

日本歯科大学歯学部歯科補綴学第1講座

The Nippon Dental University, School of Dentistry at Tokyo,
Department of Partial and Complete Denture

1. 緒言

頭蓋下顎機能障害の患者数は、依然増加の一途をたどっており、この問題は、歯科領域における極めて重要な課題として注目され、種々な方向から研究が行われているが、その病因については、未だ明示されていない。

本研究は、頭蓋下顎機能障害患者の病態像を明らかにし、病因について考察を加える目的で、典型的な頭蓋下顎機能障害患者10名について、無線テレメーターシステムを用いて夜間睡眠中の生体現象を終夜連続同時記録後、睡眠時無呼吸の発現様相を観察し、すでに報告した正常者7名およびブラキシスト（歯ぎしり者）7名の結果とそれぞれ比較した。

2. 研究方法

2.1 被験者

被験者は、昭和60年10月から同62年9月にかけて日本歯科大学歯学部病院第1補綴科に来院した頭蓋下顎機能障害患者の中から、顎関節部の疼痛、顎関節雑音、下顎運動制限のうち、2症状以上を有する17歳から54歳、平均年齢28.6歳の10名（男性2名、女性8名）を患者群、全身および咀嚼系に臨床的に異常が認められない20歳から25歳、平均年齢23.2歳の男性7名を正常者群、ならびに特記すべき全身的既往歴をもたず、自覚的および他覚的にブラキシズムが認められる23歳から29歳、平均年齢24.6歳の男性7名をブラキシスト群としてそれぞれ選択した。

2.2 実験条件

実験期間は、被験者の生活パターンが比較的安定している時期を選定した。実験期日には、被験者が睡眠を妨害されないように室温、寝具、ならびに防音に留意した。また、記録に先立ち、実験室効果を除くため、被験者を実験開始の4日前には通常の状態、さらに2日前には実験日と同様に電極および無線送信機を装着した状態で実験室に寝かせた。なお、被験者には実験期間中に安定した生活を指示し、薬剤の使用を禁止した。

2.3 記録項目および期日

記録は、筋電図（以下EMGと略す）、脳電図（以下EEGと略す）、眼球運動図（以下EOGと略す）、心電図（以下ECGと略す）、呼吸曲線（以下Respと略す）について、正常者群およびブラキシスト群では、4日間隔で2夜、また患者群では1夜行った。

2.4 記録および測定装置、ならびに方法

2.4.1 EMGの誘導

筋電図は、両側の咬筋中央部、オトガイ筋の中央部の3カ所から双極誘導した。電極は、日本電気三栄社製の直径11mmのdisposable電極を用いて、咬筋では中心間距離を25mmで筋線維の走行と平行に、またオトガイ筋では中心間距離20mmで正中矢状面に直交するようにそれぞれ貼付後、さらにプラスチックテープで固定した。なお、咬筋における電極付着部位は、兎玉¹⁾の方法に準じて規定し、各実験期日において同一

部位となるように配慮した。

2.4.2 EEGの誘導

脳電図は、Ten-Twenty Electrode System²⁾ によるCzの位置、すなわち頭頂部に直径10mmの銀製皿電極を電極糊を介して貼付後、ガーゼとともにコロジオンで頭皮に固定し、単極誘導した。基準電極は、左側の耳朶に同様の方法で固定した。

2.4.3 EOGの誘導

眼球運動図は、両側の眼窩外側縁の皮膚上に筋電図の記録と同様のdisposable電極をプラスチックテープで固定し、双極誘導した。

2.4.4 ECGの誘導

心電図は、胸郭正中部の2点から胸部誘導した。電極は、筋電図と同様のdisposable電極とプラスチックテープで固定し双極誘導した。

2.4.5 Respの誘導

Respは、日本電気三栄社製鼻孔形呼吸ピックアップ E-034を片側の鼻孔、また同社製胸囲型呼吸ピックアップ45361を腹部にそれぞれ医用紙テープで固定し、誘導した。

導出したEMG、EEG、EOG、ECG、Respは、装着用ベルトを用いて被験者の腹部に固定した2台の日本電気三栄社製多用途無線テレメーター271型送信器により別室に設置した同受信機を介して同社製脳波計クリニカル8・1A 48-8型(paper speed 15mm/sec)、およびTEAC社製データレコーダーXR50(tape speed 2.38 mm/sec)に終夜連続記録した(図1)。なお、不関電極は、送信用テレメーターを2台用いたので、前額部に正中矢状線と直交する線上で正中矢状線より30mmの部位に2カ所固定した。

時定数は、EMG、ECG、EOGを0.03秒、Respの記録を1.5秒、EEGを0.3秒にそれぞれ規定した。なお、記録感度は、咬筋EMGおよびEOGが500 μ Vで10mm、オトガイ筋EMGが50 μ Vで10mm、EEGが50 μ Vで7mmとなるように、またECGでは計測可能なR波が得られるまで、Respでは呼吸リズムが判読可能となるようにペンの振れをそれぞれ校正した(図2)。

2.5 分析方法

2.5.1 咬筋EMGburst群

咬筋EMGburst群は、EEG、EOG、ならびにオトガイ筋EMGの各所見により睡眠期

図1 記録のブロックダイアグラム

と判定した区間についてのみ波形上の原波形でburstとburstとの間隔が5秒未満で発現したものを1つの群、すなわち咬筋EMGburst群として分析した。なお、嚥下時と体動時の微小放電は、除外した。

2.5.2 脳波的睡眠段階および睡眠時間

脳波的睡眠段階は、EEG、EOGならびにオトガイ筋EMGの波形を20秒(記録紙の1頁)ごとに覚醒段階(stageW)、第1段階(stage1)、第2段階(stage2)、第3段階(stage3)、第4段階(stage4)ならびに逆説睡眠段階(stage REM)の6段階に判定分類した。また、睡眠時間は、全記録中からstageWを除いた時間である。

2.5.3 睡眠時無呼吸

睡眠時無呼吸は、睡眠時間中の原波形上で10秒間以上および5秒間以上持続する換気流停止状態を無呼吸と判定した。

(1) 睡眠時無呼吸の発現頻度

睡眠時無呼吸の発現頻度は、5秒間および10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の回数を計測後、全睡眠時間で割り、単位時間あたりの回数として算出した。

(2) 睡眠時無呼吸の持続時間

睡眠時無呼吸の持続時間は、5秒間および10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の開始から終了までの持続時間として算出した。

(3) 咬筋EMGburst群に関連した5秒間および10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の割合

咬筋EMGburst群に関連した5秒間および

図2 睡眠中の生体現象の記録原波形

RM EMG:右側咬筋筋電図, LM EMG:左側咬筋筋電図, ECG:心電図, Resp Abdomen:腹部より導出した呼吸曲線, Resp Nasal:鼻孔より導出した呼吸曲線, EOG:眼球電図, Men EMG:オトガイ筋筋電図, EEG:脳電図

図3 睡眠時における筋活動時の心拍数計測部位

RM EMG:右側咬筋筋電図, LM EMG:左側咬筋筋電図, ECG:心電図, B1:筋活動1分前の5秒区間, B2:直前の5秒区間, DB:筋活動区間, A1:直後の5秒区間, A2:筋活動1分後の5秒区間

10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の割合は、咬筋EMGburst群の発現10秒前から、発現10秒後までの時間内に発現した睡眠時無呼吸の回数を全睡眠時無呼吸の回数で除算した値を示す。

さらに、咬筋EMGburst群に関連する睡眠時無呼吸を詳細に検討するため、咬筋EMGburst群の5秒前の5秒区間をB1、直前の5秒区間をB2、burst群発現中をDB、直後の5秒区間をA1、ならびに5秒後の5秒区間をA2としてそれぞれの区間における睡眠時無呼吸の発現の割合を求めた(図3)。

(4) 咬筋EMGburst群の発現から睡眠時無呼吸の発現までの時間

咬筋EMGburst群の発現から睡眠時無呼吸の発現までの時間は、咬筋EMGburst群の発現から5秒間および10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現までの時間を示す。

(5) 睡眠時無呼吸発現前20秒間で判定した各睡眠段階の割合

睡眠時無呼吸発現前20秒間で判定した各睡眠段階の割合は、5秒間および10秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現直前の20秒間における睡眠段階を判定し、stage1(浅眠期)、stage2(軽睡眠期)、stage3(中等度睡眠期)、stage4(深睡眠期)、stageREM(レム睡眠期)に発現した睡

眠時無呼吸の合計数で割り、各睡眠段階における睡眠時無呼吸の発現数の比率を算出した。

(6) 睡眠時無呼吸発現中の心拍数

睡眠時無呼吸発現中の心拍数は、原波形上で、5秒間および10秒間以上持続する睡眠時無呼吸と対応させたR-R間隔数を計測し、1分間あたりの心拍数として換算した後、全睡眠時無呼吸における平均値を求めた。また、安静睡眠時の心拍数は、原波形上で、咬筋EMGburst群の発現1分前後の5秒区間で安静な睡眠と判定された区間のR-R間隔数を計測し、1分間あたりの心拍数として換算した後、全咬筋EMGburst群における平均値として算出した。

3. 結果

3.1 10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現頻度

10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現頻度は、正常者群では0.21(SD:0.18)、ブラキシスト群では0.77(SD:0.55)、患者群では2.84(SD:4.83)で、ブラキシスト群および患者群は、正常者群よりも大きな値を示し、正常者群とブラキシスト群との間に有意差が認められた。正常者群と患者群との間に有意差は認められなかったが、患者群では10名のうち2名に睡眠1時間あたり5回以上の睡眠時無呼吸の発現が観察された(図4)。

3.2 5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現頻度

5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現頻度は、正常者群では1.04(SD:0.56)、ブラキシスト群では3.28(SD:1.57)、患者群では5.70(SD:7.39)で、ブラキシスト群および患者群は、正常者群よりも大きな値を示し、正常者群とブラキシスト群との間に有意差が認められた(図5)。

3.3 10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の持続時間

10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の持続時間は、正常者群では14.40秒(SD:2.81)、ブラキシスト群では14.83秒(SD:3.42)、患者群では13.21秒(SD:1.76)をそれぞれ示し、患者群では他の2群よりも若干小さい値を示した(図6)。

図4 10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現頻度（1時間あたりの個数）

図5 5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現頻度（1時間あたりの個数）

図6 10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の持続時間（平均値と標準偏差）

図7 5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の持続時間（平均値と標準偏差）

3.4 5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の持続時間

5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の持続時間は、正常者群では8.79秒(SD:1.31)、ブラキシスト群では8.83秒(SD:2.76)、患者群では9.06秒(SD:1.60)をそれぞれ示し、各被験者間で差異は認められなかった(図7)。

3.5 咬筋EMGburst群に関連した10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現の割合

全睡眠時無呼吸における咬筋EMGburst群に関連した10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現の割合は、正常者群では72.5%(SD:39.2)、ブラキシスト群では75.8%(SD:15.6)、患者群では59.8%(SD:38.0)をそれぞれ示した(図8)。

図8 咬筋EMGburst群に関連した10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の割合
S.A.: 睡眠時無呼吸, B.G.+S.A.: EMG burst群に関連した睡眠時無呼吸

図9 咬筋EMGburst群に関連した5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の割合
S.A.: 睡眠時無呼吸, B.G.+S.A.: EMG burst群に関連した睡眠時無呼吸

3.6 咬筋EMGburst群に関連した5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現の割合

全睡眠時無呼吸における咬筋EMGburst群に関連した5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現の割合は、正常者群では73.2%(SD:19.1)、ブラキシスト群では76.0%(SD:7.0)、患者群では63.9%(SD:31.2)をそれぞれ示した(図9)。

3.7 咬筋EMGburst群に関連した10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現の状態

咬筋EMGburst群に関連した10秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現の状態は、正常者群ではA1が70%、A2が30%で、すべてがburst群発現後に集中していたが、ブラキシスト群ではB1が4.2%、DBが52.4%、A1とA2が43.4%、患者群ではB1およびDBがともに16.7%、A1とA2が66.7%をそれぞれ示し、B1とDBでも睡眠時無呼吸の発現が認められた(図10)。

3.8 咬筋EMGburst群に関連した5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現の状態

咬筋EMGburst群に関連した5秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現の状態は、正常者群ではA1とA2が64.3%、B2が14.3%、DBが21.4%で、持続の短い睡眠時無呼吸ではB2やDBでも発現が認められた。また、ブラキシスト群ではDBが42.6%で最も高い値を示し、以

下A1、A2、B1、B2の順であり、患者群も同様にDBが46.0%で最も高い値を示し、以下A1、A2、B1の順で、正常者群に比べると、両群ともにDBの値が比較的高い様相を示した(図11)。

3.9 咬筋EMGburst群の発現から10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現までの時間

咬筋EMGburst群の発現から10秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現までの時間は、正常者群では13.1秒、ブラキシスト群では13.0秒、患者群では7.5秒で、患者群が短い値を示したが、被験者群間に有意差は認められなかった(図12)。

3.10 咬筋EMGburst群の発現から5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現までの時間

咬筋EMGburst群の発現から5秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現までの時間は、正常者群では7.9秒、ブラキシスト群では11.6秒、患者群では8.1秒で、ブラキシスト群が最も長い値を示したが、被験者群間に有意差は認められなかった(図13)。

3.11 10秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現前20秒間で判定した各睡眠段階の割合

10秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現前20秒

図10 咬筋EMGburst 群に関連した10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現の割合
B1:筋活動1分前の5秒区間, B2:直前の5秒区間, DB:筋活動区間, A1:直前の5秒区間, A2:筋活動1分後の5秒区間

図11 咬筋EMGburst 群に関連した5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現の割合
B1:筋活動1分前の5秒区間, B2:直前の5秒区間, DB:筋活動区間, A1:直前の5秒区間, A2:筋活動1分後の5秒区間

図12 咬筋EMGburst群の発現から10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現までの時間(平均値と標準偏差)

図13 咬筋EMGburst群の発現から5秒間以上持続する睡眠時無呼吸の発現までの時間(平均値と標準偏差)

間で判定した各睡眠段階の割合は、正常者群では、stage1が最も大きく、以下stageREM、stage2の順、ブラキシスト群と患者群ではstage2が最も大きく、以下stage1、stageREMの順で、正常者群に比較すると、患者群ではstage2の

増加とstageREMの減少傾向が認められた(図14)。

3.12 5秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現前20秒間で判定した各睡眠段階の割合

図14 10秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現前20秒間で判定した各睡眠段階の割合

図15 5秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現前20秒間で判定した各睡眠段階の割合

5秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現前20秒間で判定した各睡眠段階の割合は、10秒間以上持続する睡眠時無呼吸と同様に、正常者群では、stage 1、2、ならびにREMの占める割合が大きく、またブラキシスト群と患者群ではstage 2の増加とstage REMの減少傾向が認められた（図15）。

3.13 10秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現中の心拍数

10秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現中の心拍数は、すべての被験者で安静睡眠時のそれよりも大きく、また正常者群、ブラキシスト群、患者群の順に大きな値を示し、正常者群とブラキシスト群との間、正常者群と患者群との間にそれぞれ有意差が認められた（図16）。

3.14 5秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現中の心拍数

5秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現中の心拍数は、10秒間以上持続する睡眠時無呼吸の場合と同様に安静睡眠時のそれよりも大きく、また正常者群、ブラキシスト群、患者群の順に大きな値を示し、正常者群と患者群との間、ブラキシスト群と患者群との間にそれぞれ有意差が認められた（図17）。

4. 考察および総括

睡眠時無呼吸症候群は、激しいいびきや睡眠障害、精神症状や呼吸循環器症状など種々な症状と合併症を発現させる³⁾として、近年大いに注目されている。今回の結果では、睡眠時無呼吸の発現頻度において、頭蓋下顎機能障害患者と他の群との間に統計学的な明らかな差は認められなかったが、頭蓋下顎機能障害患者群では、睡眠時無呼吸症候群の診断基準を満たすものが10名中2名存在した。本症候群の一般人口中における発症頻度がおよそ1%と推測されている⁴⁾ことからすると、頭蓋下顎機能障害患者では夜間睡眠中の呼吸調節系にも何らかの異常が生じている可能性があることを示唆するものと考えられる。

また、ブラキシズムに伴って呼吸停止様相が認められることは、高濱⁵⁾、小林ら⁶⁾、藤井⁷⁾らによって報告されているが、睡眠時無呼吸の過半数は、咬筋筋活動すなわちブラキシズムに関連して発現した。

さらに、睡眠時無呼吸発現中の心拍数が、全ての被験者群で安静睡眠時のそれよりも大きく、また正常者群、ブラキシスト群、患者群の順に大きな値を示し、正常者群とブラキシスト群との間、正常者群と患者群との間にそれぞれ有意差が認められたことから、睡眠時無呼吸発現中

図16 10秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現中の心拍数
B1:筋活動1分前の5秒区間 (平均値と標準偏差)

は、交感神経系の活動亢進を生じていること、そしてその活動亢進が頭蓋下顎機能障害患者で最も著明であることを示唆するものと考えられる。

呼吸中枢は、上位諸構造の活動レベルの生理的非特異的調節機構と考えられる睡眠・覚醒周期調節に関係している脳幹部諸機構、脳幹網様体賦活系などと密接な機能的関係があり、また脳活動の非特異的調節機構の一部として高次の脳機能の関与する生体の行動および精神活動の調節にも関連する可能性があるといわれている⁸⁾。このように呼吸調節系は、他の生体機能と複雑かつ密接な関連性を有しており、その異常は、広範囲な生体現象の混乱を惹起する可能性がある。

以上のことから、頭蓋下顎機能障害患者では、夜間睡眠中の呼吸調節系の機能に影響が及んでいる可能性が高く、それに伴い交感神経系の活動亢進が生じていることが示唆された。

5. 文献

- 1) 児玉秀夫：舌房の侵害が顎筋活動におよぼす影響，歯学，65：1008～1042，1978。

図17 5秒間以上持続する睡眠時無呼吸発現中の心拍数
B1:筋活動1分前の5秒区間 (平均値と標準偏差)

- 2) 佐藤時次郎，福島裕：臨床脳波の読み方・考え方，1版，7～15頁，南江堂，東京，1973。
- 3) 田代哲男，菱川泰夫：睡眠時無呼吸症候群，Clinic Neuroscience，9：1070～1074，1991。
- 4) 岡田保，睡眠時無呼吸症候群－発現頻度と病態生理を中心に－，医学のあゆみ，139：374～377，1986。
- 5) 高濱靖英：歯ぎしりの成立機転に関する実験的研究，口病誌，26：434～447，1967。
- 6) 小林義典，藤井重壽，中村泰司，曾根崎利雄，小松義典，児玉秀夫：ヒトの睡眠中のBruxismに関する臨床的研究，第1報テレメーターシステム応用による咬筋筋電図，心電図，呼吸曲線および歯牙滑走雑音の経時的観察所見，歯学，66：131，1978。
- 7) 藤井重壽：ヒトの睡眠中のBruxismに関する臨床的研究－Bite planeの効果－，歯学，69：211～248，1981。
- 8) 福原武彦：呼吸と循環の中樞，日本生理誌，34：271～288，1972。