

検討したデビエーションの例を以下に示す。

表 3.9 咽頭期サブノード3のデビエーション例

Code No.	2次 ガイドワード	デビエーションの内容
SW4.3-01	None/No	喉頭が挙上しないため、気管が閉鎖されない。臨床例あり
SW4.3-11	Less	喉頭挙上が不十分なため、気管が閉鎖されない。臨床例多くある(高齢者)
SW4.3-28	Delay	喉頭挙上が遅れるため、気管が閉鎖されない。 臨床例あり (Less より頻度は少ない、今後、増えると予想) 水分だけでは、むせる患者群
SW4.3-41	Slow	喉頭挙上に時間がかかるため、気管が閉鎖されない。 臨床例あり(高齢者+脳梗塞)
SW4.3-51	Delay & Slow	喉頭挙上のタイミングが遅れ且つ時間がかかるため、気管が閉鎖されない。 臨床例あり
SW4.3-61	Less & Slow	喉頭挙上が不完全で且つ、時間がかかるため、気管が閉鎖されない。 臨床例あり
SW4.3-71	Less & Slow	喉頭挙上が不完全で且つ、タイミングが遅れるため、気管が閉鎖されない。 臨床例あり

3.2.4 咽頭期サブノード4のHAZOP実施例

「喉頭蓋が倒れないため、気道が閉鎖されない」、このLessのデビエーションが起きたらどのような影響が引き起こされるかを検討し次のような影響とそのときの影響レベル・原因・対策をシートに記入した。表 3.10-1 に評価結果を示す。

表 3.10-1 SW4.4 Less のHAZOP結果例：影響と原因評価

Code No.	デビエーション	影響 1	影響 2	影響 3	影響 4	原因
SW4.4-12	喉頭蓋が倒れないため、気道が閉鎖されない。	喉頭蓋谷に貯留&喉頭口に流入 (同時進行)				廃用 老化 口腔・咽頭腫瘍
SW4.4-13			排出される			
SW4.4-14			誤嚥			
SW4.4-15				全て排出される		
SW4.4-16				一部排出される		
SW4.4-17					肺炎	
SW4.4-18				排出されない		
SW4.4-19						

次に、影響事象それぞれについて、影響分類、頻度及び図 3.8 に示したマトリックス図から得られるリスク分類結果を記入する。表 3.10-2 に、これら評価結果を示す。

表 3.10-2 Less の HAZOP 結果例：影響分類・頻度分類とリスク分類

Code No.	影響の内容	影響分類	頻度分類	リスク分類
SW4. 4-12	喉頭蓋谷に貯留&喉頭口に流入	2	頻繁 (1年に数回)	B
SW4. 4-13	排出される	2	時々ある (年に1回)	B
SW4. 4-14	誤嚥	3a	時々ある (年に1回)	B
SW4. 4-15	誤嚥 ⇒全て排出される	2	めったにない (10年に1回)	A
SW4. 4-16	誤嚥 ⇒一部排出される	3a	たまにある (数年に1回)	A
SW4. 4-17	一部排出される ⇒肺炎	3b	たまにある (数年に1回)	C
SW4. 4-18	誤嚥 ⇒排出されない	3a	たまにある (数年に1回)	A
SW4. 4-19	排出されない ⇒肺炎	3b	たまにある (数年に1回)	C

表 3.10-1, 2 から判るように、このデビエーションは、臨床例は数例有り、誤嚥は年に1回程度起きている。そのうち肺炎に至るケースは、数年に1回有る。このような患者の場合、誤嚥が起きたことを認知することが重要で、一部でも排出されない場合には、そのまま肺炎に至る。

サブノード4.4 Swallowing4.4 喉頭蓋が倒れる。

喉頭蓋の反転不全

Code No	2次 ガイドワード	デビエーション	影響 1	影響 2	影響 3	影響 4	影響 5	影響 分類	頻度 ・極めて稀(20年に1回) ・めったにない(毎年1回) ・たまに有る(数年に1回) ・頻々(1年に数回) ・頻発(月に1回) ・頻発(年に1回) ・頻発(日に1回)	原因 ・Deviationの原因と ・根本原因	カテゴリ :C	安全対策(検知システム等) /見直し内容	安全対策(検知システム等) /見直し内容		
SW4.4-01	None/No (数値したことが起こらない)	喉頭蓋が倒れないため、気道が閉鎖されない。	A:喉頭蓋谷に貯留					1	たまにある	IX, X, XI, XII, 大脳、扁桃の障害		自覚症状 問診表 VF VE 神経系画像 自己抗体	Shekar法 メンデルスゾーン法 アズマツージ法 電気刺激法		
SW4.4-02			B:下咽頭に流入					1	時々	舌内の閉鎖					
SW4.4-03			C:喉頭口に流入						2	頻発	異用				
SW4.4-04				→排出される					2	時々ある	老化				
SW4.4-05				→頻発					3a	時々ある	口腔・咽頭腫瘍				
SW4.4-06				→すべて排出されず					2	めったに					
SW4.4-07				→一部排出される					3a	たまにある					
SW4.4-08				→一部排出される					3b	たまにある					
SW4.4-09				→排出されない					3a	たまにある					
SW4.4-10				→排出されない					3b	たまにある					
SW4.4-11					D:A,B同時進行					1	たまにある			異用	
SW4.4-12					E:A,C同時進行					2	頻発			異用	
SW4.4-13					→排出される					2	時々ある			老化	
SW4.4-14					→頻発					3a	時々ある			口腔・咽頭腫瘍	
SW4.4-15					→すべて排出されず					2	めったに				
SW4.4-16					→一部排出される					3a	たまにある				
SW4.4-17					→一部排出される					3b	たまにある				
SW4.4-18					→排出されない					3a	たまにある				
SW4.4-19					→排出されない					3b	たまにある				
SW4.4-20					F:B,C同時進行					2	頻発			異用	
SW4.4-21					→排出される					2	時々ある			老化	
SW4.4-22					→頻発					3a	時々ある			口腔・咽頭腫瘍	
SW4.4-23					→すべて排出されず					2	めったに				
SW4.4-24					→一部排出される					3a	たまにある				
SW4.4-25					→一部排出される					3b	たまにある				
SW4.4-26					→排出されない					3a	たまにある				
SW4.4-27					→排出されない					3b	たまにある				
SW4.4-28					G:A,B,C同時進行					2	頻発			異用	
SW4.4-29					→排出される					2	時々ある			老化	
SW4.4-30					→頻発					3a	時々ある			口腔・咽頭腫瘍	
SW4.4-31					→すべて排出されず					2	めったに				
SW4.4-32					→一部排出される					3a	たまにある				
SW4.4-33					→一部排出される					3b	たまにある				
SW4.4-34					→排出されない					3a	たまにある				
SW4.4-35					→排出されない					3b	たまにある				
	Other Than(OT) (No → 異なることが起きる)														
	More (量的増加)														

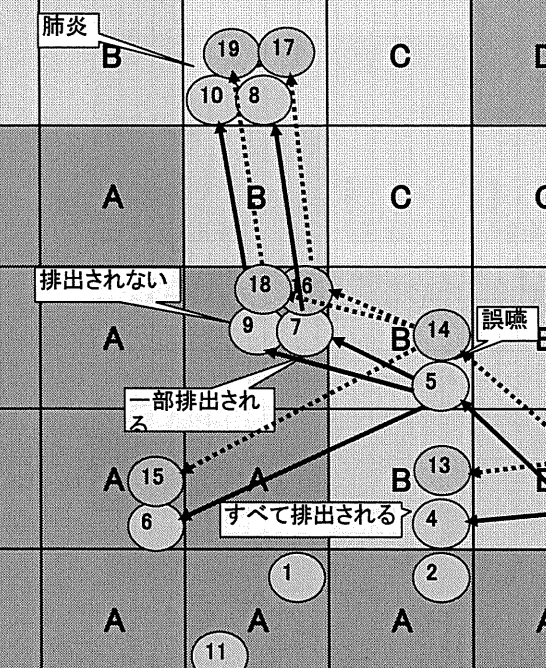
Code No	2次 ガイドワード	デビエーション	影響 1	影響 2	影響 3	影響 4	影響 5	影響 分類	頻度 ・極めて稀(20年に1回) ・めったにない(10年に1回) ・たまに有る(数年に1回) ・時々(1年に1回) ・頻発(1年に数回) ・頻発(月に1回) ・頻発(週に1回) ・頻発(日に1回)	原因 ・Deviationの原因と ・根本原因	カテゴリ :C	安全対策(検知システム等) /見直し内容	安全対策(検知システム等) /見直し内容
SW4.4-71	Delay							1	・頻発(1回)	区Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ、Ⅶ、Ⅷ、Ⅷ、Ⅸの障害			
SW4.4-72								1	・頻発(1回)	箱内の機器			
SW4.4-73								2	・頻発(1回)	異音			
SW4.4-74								2	・時々 (1年に1回)	老化			
SW4.4-75								3a	・時々 (1年に数回)	口酸・塩酸腐蝕			
SW4.4-76								2	・時々 (1年に1回)				
SW4.4-77								3a	・頻発 (1年に数回)				
SW4.4-78								3b	・時々 (1年に1回)				
SW4.4-79								3a	・時々 (1年に1回)				
SW4.4-80								3b	・時々 (1年に1回)				
SW4.4-81								1	・頻発 (1年に数回)				
SW4.4-82								2	・時々 (1年に1回)	異音			
SW4.4-83								2	・時々 (1年に1回)	老化		自覚症状 異常表	
SW4.4-84								3a	・時々 (1年に1回)	口酸・塩酸腐蝕		VF VE 持続異常像 自己抗体	Shower法 メンデルスゾーン法 アイスマッサージ法 電気刺激法
SW4.4-85								2	・めったにない (10年に1回)				
SW4.4-86								3a	・時々 (1年に1回)				
SW4.4-87								3b	・時々 (1年に1回)				
SW4.4-88								3a	・時々 (1年に1回)				
SW4.4-89								3b	・時々 (1年に1回)				
SW4.4-90								2	・時々 (1年に1回)				
SW4.4-91								2	・たまに有る (数年に1回)	異音			
SW4.4-92								3a	・たまに有る (数年に1回)	老化			
SW4.4-93								2	・めったにない (10年に1回)	口酸・塩酸腐蝕			
SW4.4-94								3a	・めったにない (数年に1回)				
SW4.4-95								3b	・めったにない (数年に1回)				
SW4.4-96								3a	・たまに有る (数年に1回)				
SW4.4-97								3b	・めったにない (10年に1回)				
SW4.4-98								2	・頻発 (1年に数回)	異音			
SW4.4-99								2	・時々 (1年に1回)	老化			
SW4.4-100								3a	・時々 (1年に1回)	口酸・塩酸腐蝕			
SW4.4-101								2	・めったにない (10年に1回)				
SW4.4-102								3a	・時々 (1年に1回)				
SW4.4-103								3b	・時々 (1年に1回)				
SW4.4-104								3a	・時々 (1年に1回)				
SW4.4-105								3b	・時々 (1年に1回)				

喉頭蓋が倒れるタイミングが遅れ、気道閉鎖が遅延。
(臨床例あるが、delayのみと考えると非常に少ないと思われる。喉下反射の遅延を誘す。)

HAZOP-SW-4.4-1 「咽頭期-4」 喉頭蓋が倒れる。

<影響度分類>

致命傷 脳死	D	D	E	E	E	E	E	E
重度の 永続的障害	C	C	D	D	E	E	E	E
中程度の 永続的障害	B	B	B	C	D	D	E	E
一過性の 高度障害 措置	A	A	B	C	C	D	D	D
簡単な 処置や治療	A	A	A	B	B	C	C	C
検査などは 実施	A	A	A	B	B	B	B	C
患者への 実害無し	A	A	A	A	A	A	A	A



極めて 稀に 20年に 1回	めったに 無い 10年に 1回	たまに 有る 数年に 1回	時々 有る 年に 1回	頻繁 1年に 数回	頻繁H 月に 1回	頻繁HH 1日に 1回	頻繁UH 1日に 数回
-------------------------	--------------------------	------------------------	----------------------	-----------------	-----------------	-------------------	-------------------

<頻度分類>

HAZOP-SW-4.4-2 「咽頭期-5」 喉頭蓋が倒れる。

<影響度分類>

致命傷 脳死	D	D	E	E	E	E	E	E
重度の 永続的障害	C	C	D	D	E	E	E	E
中程度の 永続的障害	B	B			C	D	D	E
一過性の 高度障害 ・措置	A	A			D	D	D	D
簡単な 処置や治療	A	A			C	C	C	C
検査などは 実施	A	A			C	C	C	C
患者への 実害無し	A	A			A	A	A	A

極めて 稀に 20年に 1回
 めったに 無い 10年に 1回
 たまに 有る 数年に 1回
 時々 有る 年に 1回
 頻繁 1年に 数回
 頻繁H 月に 1回
 頻繁HH 1日に 1回
 頻繁UH 1日に 数回

<頻度分類>

検討したデビエーションの例を以下に示す。

表 3.11 咽頭期サブノード4のデビエーション例

Code No.	2次 ガイドワード	デビエーションの内容
SW4. 4-01	None/No	喉頭蓋が倒れないため、気道が閉鎖されない。
SW4. 4-36	Less	喉頭蓋の倒れが不完全なため、気道入り口が閉鎖が不十分。
SW4. 4-71	Delay	喉頭蓋が倒れるタイミングが遅れ、気道入り口が閉鎖が遅延。 (臨床例あるが、delayのみと考えると非常に少ないと思われる。嚥下反射の遅延を表す。)
SW4. 4-85	Slow	喉頭蓋が倒れるのに時間がかかり、気道入り口が閉鎖が遅延。 (臨床例はdelayより多そうだが、slowのみと考えると少ないと思われる。廃用。)
SW4. 4-99	Delay & Slow	喉頭蓋が倒れるのに遅れ、かつ時間がかかるため、気道入り口が閉鎖が遅延。 (delayとslowの複合した臨床例はslowより多そう。廃用。)
SW4. 4-113	Less & Slow	喉頭蓋が倒れるのに時間がかかり、かつ倒れも不十分なため、気道入り口が閉鎖が不十分かつ遅延。(臨床例多い。廃用。)
SW4. 4-127	Less & Delay	喉頭蓋が倒れるタイミングが遅く、倒れも不十分なため、気道入り口が閉鎖が不十分かつ遅延。(臨床例多い。廃用。)
SW4. 4-141	Less & Delay & Slow	喉頭蓋が倒れるタイミングが遅く、時間がかかり、かつ倒れも不十分なため、気道入り口が閉鎖が不十分かつ遅延。(臨床例多い。廃用。)

HAZOP2-SW4.5 「咽頭期-5」 声門が閉じる
 <影響度分類>

レベル5	致命傷 脳死	D	D	E	E	E	E	E	E
レベル4b	重度の 永続的障害	C	C	D	D	E	E	E	E
レベル4a	中程度の 永続的障害	B	B	C	C	D	D	E	E
レベル3b	一過性の 高度障害 ・措置	A	A	B	C	C	D	D	D
レベル3a	簡単な 処置や治療	A	A	A	B	B	C	C	C
レベル2	検査などは 実施	A	A	A	B	B	B	B	C
レベル1	患者への 実害無し	A	A	A	A	A	B	B	B

声門が閉じない

極めて
稀に
20年に
1回

めったに
無い
10年に
1回

たまに
有る
数年に
1回

時々
有る
年に
1回

頻繁
1年に
数回

頻繁H
月に
1回

頻繁HH
1日に
1回

頻繁UH
1日に
数回

<頻度分類>

3.3 食道期のHAZOP実施例

3.3.1 SW5-1

HAZOP-SW5.1

[食道期]

食道に食物が送り込まれると上部食道括約筋(UES)は、ぴったりと閉鎖する

<影響度分類>

致命傷 脳死	D	D	E	E	E	E	E	E
重度の 永続的障害	C	C	D	D	E	E	E	E
中程度の 永続的障害	B 22	B	C	C	D			
一過性の 高度障害 ・措置	A				C	D	D	D
簡単な 処置や治療	A 21 14 02				B 05	C	C	C
検査などは 実施	A			B	B	B	B	C
患者への 実害無し	A	A	A	A	A	B	B	B
患者への 実害無し	15 13			03	01 06 04			
	極めて 稀に 20年に 1回	めったに 無い 10年に 1回	たまに 有る 数年に 1回	時々 有る 年に 1回	頻繁 1年に 数回	頻繁H 月に 1回	頻繁HH 1日に 1回	頻繁UH 1日に 数回

<頻度分類>

22

21

14

02

05

03

01

06

04

・肺炎

・食道に食物が送り込まれるが、食道気管ろうから誤嚥

・食道に食物が送り込まれたが、UESがまったく閉鎖しない。
⇒ボラスが咽頭部へ逆流する。
⇒誤嚥をする。

・食道に食物が送り込まれたが、UESの閉鎖タイミングが不規則
⇒ボラスが咽頭部へ逆流する。
⇒誤嚥をする。

・食道に食物が送り込まれたが、UESが十分に閉鎖しない。
・ボラスが咽頭部へ逆流する。
⇒誤嚥をする。

HAZOP-SW5.2

[食道期-2] (ボースは)蠕動運動で胃へと運ばれていく。

<影響度分類>

致命傷 脳死	D	D	E	E	E	E	E	E
重度の 永続的障害	C	C	D	D	E	E	E	E
中程度の 永続的障害	B							E
一過性の 高度障害 ・措置	A	A	B	C				D
簡単な 処置や治療	A (38, 28)	A	(13, 08) A (18, 33)	(03)	B (43, 23)	C	C	C
検査などは 実施	A	A	A	B	B	B		
患者への 実害無し	(40, 39) A (30, 29)	(15, 14) A (05, 04)	(35, 34, 19) A (10, 20, 09)	A	(45, 44) A (25, 24)	B	B	B
患者への 実害無し	(36, 27, 26) 37			(12, 07, 02) 17	(32, 06, 01) 11, 16	(22, 42)	(41, 31, 21)	
	極めて 稀に 20年に 1回	めったに 無い 10年に 1回	たまに 有る 数年に 1回	時々 有る 年に 1回	頻繁 1年に 数回	頻繁H 月に 1回	頻繁HH 1日に 1回	頻繁UH 1日に 数回
	<頻度分類>							

・(ボースが)食道に送り込まれたが、蠕動運動が起こらないため、胃に移送されず、食道内に停滞した。
 ・⇒咽頭に戻る
 ・⇒誤嚥をする。

・(ボースが)食道に送り込まれたが、蠕動運動の開始のタイミングが遅く、蠕動運動の時間が遅く、食道内に停滞した。
 ・⇒咽頭に戻る
 ・⇒誤嚥をする。

・(ボースが)食道に送り込まれたが、蠕動運動が弱く、胃に移送されず、食道内に停滞した。
 ・⇒咽頭に戻る
 ・⇒誤嚥をする。

HAZOP-SW5.3

[食道期-3] 下部食道括約筋(LES)が開き、胃に流れ込む

<影響度分類>

致命傷 脳死	D	D	E	E	E	E	E	E
重度の 永続的障害	C	C	D	D	E	E	E	E
中程度の 永続的障害	B	B	・食道に食物が送り込まれたが、LES が十分に開かない(時間) ・ポースが咽頭へ逆流⇒誤嚥をす る。		D	E	E	
一過性の 高度障害 ・措置	・食道に食物が送り込 まれたが、LESがまった く開大しない ・ポースが咽頭へ逆 流 ⇒誤嚥をする。		・食道に食物が送り込まれるが、LES の閉鎖のタイミングがずれる ・ポースが咽頭へ逆流⇒誤嚥をす る。		C	D	D	
簡単な 処置や治療	02 A	A	10 A	17 B	B	C	C	C
検査などは 実施	A	・食道に食物が送り込まれたが、LES が開いていて胃液が逆流 ・ポースが咽頭へ逆流⇒誤嚥をす る。		14 06	B	B	B	C
患者への 実害無し	A	A	A	A	A	B	B	B
	03 01		09 05 04 08 07 13 11 15 12		18		16	
	極めて 稀に 20年に 1回	めったに 無い 10年に 1回	時々 有る 数年に 1回	時々 有る 年に 1回	頻繁 1年に 数回	頻繁H 月に 1回	頻繁HH 1日に 1回	頻繁UH 1日に 数回
	<頻度分類>							

3.4 嚥下 HAZOP から得られたこと

HAZOP を実施した口腔期、咽頭期、食道期のノード及びサブノードの評価シナリオ毎にリスクランク分布を表に示した。口腔期、食道期は、すべてのシナリオの評価結果が A 又は B ランクに分布しているが、咽頭期では、C ランク以上の分布が認められ、さらに喉頭挙上・気道入り口が閉鎖のサブノードで、D・E ランクの分布も認められた。従来から、嚥下機能を支配しているのは咽頭期であることは知られていたが、その中でも喉頭挙上・気道入り口が閉鎖のサブノードのリスクが高いことが確認された。

ノード別にみた C ランク以上のリスク分布

Node No.	主要ノード	ノードの内容及びサブノード	リスクランク分布			
			A&B	C	D	E
SW3	口腔期	舌の運動により食塊は口腔内の前方から舌奥へと移動する。舌奥に移送された食塊は嚥下反射誘発部位（Wassilief の嚥下反射誘発部位－軟口蓋部，舌根部，咽頭後壁部など）に接触すると、一連の動きとしてすぐに咽頭へ送り込まれる。	100%	0	0	0
SW4	咽頭期	SW4.1: 食塊が舌奥にさしかかり喉頭が挙上しはじめると、軟口蓋は後咽頭壁と接触し鼻咽腔を閉鎖し食物の鼻腔への進入を防ぐ。	65%	35%	0	0
		SW4.2: 食物が通過すると、舌根と軟口蓋さらに舌背と硬口蓋がぴったりついて口腔内への逆流を防止する。	92%	8%	0	0
		SW4.3: 喉頭が挙上することで気道入り口が閉鎖される。	55%	31%	7%	7%
		SW4.4: 喉頭蓋が倒れる。	79%	21%	0	0
		SW4.5: 声門が閉じる	100%	0	0	0
		SW4.6: UES が開く	100%	0	0	0
SW5	食道期	SW5.1: 食道に食物が送り込まれると、上部食道括約筋（UES）はぴったりと閉鎖する。	100%	0	0	0
		SW5.2: 蠕動運動で胃へと運ばれていく。	100%	0	0	0
		SW5.3: 下部食道括約筋（LES）が開き、胃に流れ込む	100%	0	0	0

original article

Palatal augmentation prosthesis (PAP) influences both the pharyngeal and oral phases of swallowing

Shibano S*, Yamawaki M**, Nakane A* and Uematsu H*

A palatal augmentation prosthesis (PAP) is used to manage impairment of the oral stage of swallowing associated with lingual defects and motor dysfunction. Improvement of the oral stage of swallowing by compensating for impaired tongue movements with a PAP has been reported, but few reports have focused on changes of the pharyngeal stage of swallowing. This study investigated changes of swallowing function related to PAP use in patients who had undergone surgery for oral and pharyngeal tumors. Videofluoroscopic examination of swallowing was performed with liquid, jelly, and solid food. Results were qualitatively and quantitatively analyzed before and after attachment of a PAP in 10 patients aged 54-80 years. With the PAP, aspiration decreased in 2 of 2 patients, and penetration was alleviated in 4 of 7 patients. Retention of food in the oral cavity was decreased in 4 of 5 patients, whereas residue remained in the epiglottic vallecula after PAP use in 6 out of 9 patients. Moreover, five patients showed retention of food residue in the piriform fossa only with PAP use. Quantitative analysis revealed that the oral transit time was 1.12 ± 0.35 seconds without a PAP, and this was reduced to 0.51 ± 0.30 seconds with a PAP, showing a significant difference (one-sample t-test, $p < 0.01$). No significant differences were noted in the timing of initiation of laryngeal elevation, the time to reach the upper esophageal sphincter, or the duration of esophageal entrance opening. In conclusion, use of a PAP improved aspiration, as previously reported, but also promoted retention of residue in the piriform fossa. In addition, videofluoroscopy revealed that PAP use significantly shortened the oral transit time. Thus, attention should be paid to the pharyngeal stage of swallowing as well as the oral stage when a PAP is employed.

Deglutition 1: 204-209, 2012

Key words : Palatal augmentation prosthesis(PAP), Deglutition, Oropharyngeal tumor, Videofluoroscopy

Introduction

Resection and reconstruction of the tongue after oral surgery can result in impaired movement and tissue defects, which interfere with contact between the tongue and palate and sub-

sequent transport of the food bolus to the pharynx, causing dysfunction of the oral stage of swallowing. A palatal augmentation prosthesis (PAP) is used to reshape the hard palate in order to improve tongue-palate contact during speech and swallowing in these patients. A PAP

*Department of Gerodontology, Tokyo Medical and Dental University. **Department of Medical Education & Primary Care, Kyoto Prefectural University of Medicine

Corresponding Author : Masanaga Yamawaki

Department of Medical Education & Primary Care, Kyoto Prefectural University of Medicine.

Address : 〒 602-8566 Kajicho, Kamikyo-ku, Kyoto, Japan

Department of Medical Education & Primary Care, Kyoto Prefectural University of Medicine

lowers the palate and eliminates dead space from the mouth to restore good contact between tongue and palate, which assists in transporting the food bolus to the pharynx.

Use of this prosthesis was initially reported in 1969, with a PAP being employed in 10 patients after surgery on the tongue, floor of the mouth, and lower jaw. When the prosthesis was attached to the upper jaw in order to lower the palate, contact between the tongue and posterior palate was improved. Evaluation of speaking words that began with /k//g/, which require tongue-palate contact, showed that articulation was improved¹⁾. Regarding improvement of swallowing disorders by PAP use, a reduction of the oral and pharyngeal transit time in patients with oral tumors has been reported²⁾. In another study, swallowing disorders were assessed on a 10-point scale in 10 patients after partial glossectomy, and the mean improvement achieved by PAP use was investigated. As a result, there was improvement by 3.5 and 2.2 points in the short- and long-term evaluations, respectively³⁾. Since then, a number of reports have been published on the indications and benefits of this prosthesis after partial or total glossectomy, but there have been few detailed reports about PAP-induced changes in the pharyngeal stage of swallowing^{4,5)}. In this study, we investigated changes in the pharyngeal stage of swallowing due to PAP use in patients after surgery for oral and pharyngeal tumors, and we also assessed retention of food in the oral cavity.

Subjects and Methods

A PAP was used by 10 patients (P1-P10) after surgery for oral and/or pharyngeal tumors performed at the Hospital of Tokyo Medical and Dental University Faculty of Dentistry. The PAP was employed if a patient had oral dead space between the tongue and the palate that prevented effective formation and transport of a food bolus to the pharynx. Tongue movements were evaluated by physical examination and a videofluoroscopic swallowing study (VFSS).

The age, gender, primary disease, and surgical procedure of the 10 patients are listed in Table 1, while the parts of the tongue resected in each patient are shown in Figure 1.

The shape of each PAP was established by the following procedure. A tissue conditioner was applied to the upper denture or to the palatal region of the palatal plate, while the patient made sounds (pa, ta, and ka) and performed empty swallows to approximate the shape at the chairside. Then the patient used a PAP created in this way for several weeks to make an impression on the tissue conditioner during oral functioning. Subsequently, contact between the tongue and the PAP was re-confirmed using DENT-SPOT. The tissue conditioner was scraped away at regions where DENT-SPOT or alginate powder was extensively removed by the tongue, indicating that contact was too strong. Conversely, tissue conditioner was added to regions showing no evidence of DENT-SPOT or alginate removal by the tongue, indicating the absence of tongue-PAP contact. The above procedures were repeated to determine the final shape of the PAP after further addition and removal of tissue conditioner. Then the tissue conditioner was replaced by resin without changing the final shape according to the standard method.

VFSS was done during swallowing of viscous fluid, liquid, jelly, and solid food, with the findings being compared before and after attachment of the PAP. Aspiration, penetration, and food retention in the oral cavity, epiglottic vallecula, and piriform fossa were evaluated. In addition, the oral transit time (OTT), the time to initiation of laryngeal elevation, the time of food reaching the upper esophageal sphincter (UES), and the duration of UES opening were measured. For statistical analysis, the one-sample t-test was employed.

All VFSS examinations were performed during routine clinical treatment. This study was approved by the Ethics Committee of Tokyo Medical and Dental University.

Table 1. Profile of the patients

patient No.	age	gender	primary disease	surgical procedure
P1	80	M	floor of mouth carcinoma	tumor resection neck dissection (right left) forearm flap reconstruction tracheotomy
P2	71	M	tongue carcinoma (left)	tumor resection neck dissection (right left) rectus abdominis flap reconstruction tracheotomy
P3	75	M	floor of mouth carcinoma (left)	tumor resection neck dissection (left) forearm flap reconstruction tracheotomy
P4	77	M	tongue carcinoma (left)	tumor resection forearm flap reconstruction
P5	73	M	tongue carcinoma (left)	tumor resection neck dissection (right) pectoralis major flap reconstruction
P6	72	M	Oropharyngeal-tongue carcinoma (right)	tumor resection neck dissection (right) rectus abdominis flap reconstruction tracheotomy
P7	54	F	tongue carcinoma (right) floor of mouth carcinoma (right)	tumor resection neck dissection (right) rectus abdominis flap reconstruction tracheotomy
P8	64	M	tongue carcinoma (right)	tumor resection neck dissection (right) forearm flap reconstruction
P9	64	M	tongue carcinoma (right)	tumor resection neck dissection (right) forearm flap reconstruction
P10	55	M	tongue carcinoma (right)	tumor resection neck dissection (right left) rectus abdominis flap reconstruction

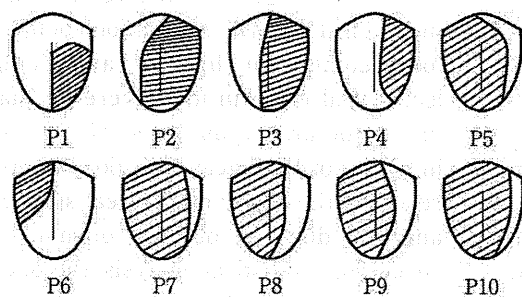


Fig 1. Extent of lingual resection in each patient. The resected area is shown by hatching.

Results

The changes of aspiration, penetration, and food residue are shown in Tables 2 and 3.

Aspiration was observed in 2 of the 10 patients (P1 and P9), and both of them improved with PAP use. Penetration was noted in 7 patients (P1-P3, P5, P6, P8, and P9), and it was improved by the PAP in 4 patients (P2, P5, P8, and P9).

Oral residue was noted in 5 patients (P1, P4, P7, P9, and P10) and the amount of residue improved with PAP use in 4 patients (P4, P7, P9, and P10).

Table 2. Effect of PAP in VFSS

patient No.	Penetration	Aspiration	Oral residue	Residue in epiglottic vallecula	Residue in piriform fossa
P1	I	N	N	-	*
P2	-	I	-	I	I
P3	-	N	-	N	I
P4	-	-	I	I	-
P5	-	I	-	N	*
P6	-	N	-	N	N
P7	-	-	I	N	-
P8	-	I	-	N	*
P9	I	I	I	N	*
P10	-	-	I	I	-

Penetration, aspiration, and oral residue were improved after PAP use in most of the patients. Note that residue in the piriform fossa was increased after PAP use in 4 patients.

I : improved, N : no significant change, * : only detected with PAP use, - : not observed before or after PAP use

Residue in the epiglottic vallecula was noted in 9 patients (all except P1), and was not improved by PAP use in 6 out of 9 patients (P3 and P5-P9). Residue in the piriform fossa was only seen after attachment of the PAP and was noted in 5 patients (P1, P3, P5, P8, and P9).

The oral transit time, the time to initiation of laryngeal elevation, the time to reach the UES, and the duration of UES opening before and after PAP attachment are shown in Table 3 (means ± SD). The oral transit time in the absence and presence of the PAP was 1.12 ± 0.35 vs. 0.51 ± 0.30 seconds, respectively, showing a significant difference (p < 0.01). The time to initiation of laryngeal elevation was in the absence and presence of the PAP was 0.48 ± 0.43 vs. 0.56 ± 0.36 seconds, respectively, showing no significant difference.

The time of reaching the UES in the absence and presence of the PAP was 0.87 ± 0.44 vs. 0.94 ± 0.42 seconds, respectively, showing no significant difference. The duration of UES opening in the absence and presence of the PAP was 0.32 ± 0.084 vs. 0.41 ± 0.213 seconds, respectively, also showing no significant difference.

Discussion

A PAP is designed to reduce the free space between the roof and floor of the oral cavity, which allows stronger lingual propulsion during deglutition and better linguopalatal contact during articulation. Several authors have discussed the effect of a PAP on aspiration. An interim PAP made with the visible light-curing system was reported to significantly reduce aspiration within a short period⁶⁾. It was also reported that aspiration was reduced by half with PAP use in a patient who had undergone glossectomy and had the additional problem of reduced oral opening⁷⁾. Furthermore, it has been reported that swallowing disorders are improved by use of a PAP, and that oral intake became possible without any evidence of aspiration³⁾. In accordance with previous reports, improvement was also noted for both patients with aspiration in the present study.

The tongue was affected by surgical resection in all patients. The tongue plays an important role in articulation, control of oral secretions, formation of a food bolus, propulsion of the bolus toward the pharynx, clearing the palate, and initiation of the swallowing reflex. Even when the tongue has been damaged by surgery, restora-

Table 3. Results of VFSS before and after PAP use

	before PAP	after PAP	
oral transit time	1.12 ± 0.35	0.51 ± 0.30	P < 0.01
laryngeal elevation initiation time	0.48 ± 0.43	0.56 ± 0.36	n.s.
time to reach UES	0.87 ± 0.44	0.94 ± 0.42	n.s.
duration of UES opening	0.32 ± 0.08	0.41 ± 0.21	n.s.

The oral transit time, time to initiation of laryngeal elevation, time to reach the UES, and duration of UES opening are shown before and after PAP use (means ± SD in seconds). The oral transit time was significantly decreased by PAP use.

tion of contact between the tongue and palate by using a PAP facilitated food bolus formation and improved the transport of the food mass to the pharynx, which may have subsequently alleviated aspiration.

In this study, there was improvement of oral residue in 4 out of 5 patients with this problem. Most of the previous reports have indicated that there was a decrease of oral residue. For example, a PAP was reported to significantly reduce oral residue from 90 % to 25 % in one patient⁸⁾. Reduction of dead space in the oral cavity due to restoration of tongue-palate contact after inserting a PAP may have contributed to improvement of oral retention.

The effect of a PAP on the pharyngeal phase of swallowing is controversial. It was reported that residue in the pharynx was reduced from 25 % to 10 % in a patient⁸⁾. In an elderly patient, transport from the oral cavity to the pharynx was improved by using a PAP, but pharyngeal movement was not⁷⁾, suggesting that there was increased retention of food residue in the pharynx after PAP attachment. In this study, retention of food residue in the epiglottic vallecula was reduced by PAP use in only 3 of 9 patients, while the others did not improve. Furthermore, retention of food residue in the piriform fossa increased after PAP use in 5 patients.

The lack of improvement of food residue retention in the epiglottic vallecula and new occurrence of retention in the piriform fossa after PAP use may have been related to improve-

ment of food bolus transport from the oral cavity to the pharynx, i.e., improvement of the oral stage of swallowing led to pharyngeal stage dysfunction. The exact mechanism leading to pharyngeal stage dysfunction after glossectomy is unclear, but abnormalities could result from delayed initiation of the pharyngeal stage and defective synchronization.

The oral transit time was significantly decreased by PAP use, while no significant differences were noted with regard to the laryngeal elevation time, time to reach the UES, or duration of UES opening. Reduction of the oral transit time for low-viscosity fluid by PAP use has been reported previously⁹⁾. In another study, 10 patients after surgery for oral tumors underwent a swallowing test with low- and high-viscosity foods, and the duration of the oral and pharyngeal stages of swallowing was compared with and without a PAP. As a result, the duration of both stages was shortened in all 10 patients²⁾. The present study is the first report about the effects of a PAP on the laryngeal elevation time, time to reach the UES, and duration of UES opening.

There are some limitations of the present study. The number of patients available for quantitative analysis was small, so investigation of swallowing various foods in a larger number of patients is necessary. However, our relevant finding is that attention should be paid to evaluation of the pharyngeal stage of swallowing, in addition to the oral stage, when a PAP is employed.

References

- 1) Cantor R, et al : Maxillary speech prostheses for mandibular surgical defects. *J Prosthet Dent* 22 : 253-260, 1969.
- 2) Wheeler RL, et al : Maxillary reshaping prostheses: effectiveness in improving speech and swallowing of postsurgical oral cancer patients. *J Prosthet Dent* 43 : 313-319, 1980.
- 3) Robbins KT, et al : Postglossectomy deglutitory and articulatory rehabilitation with palatal augmentation prostheses. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 113 : 1214-1218, 1987.
- 4) Marunick M, et al : The efficacy of palatal augmentation prostheses for speech and swallowing in patients undergoing glossectomy: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 91 : 67-74, 2004.
- 5) Okayama H, et al : Effects of a palatal augmentation prosthesis on lingual function in postoperative patients with oral cancer: coronal section analysis by ultrasonography. *Odontology* 96 : 26-31, 2008.
- 6) Meyer JB Jr, et al : Light-cured interim palatal augmentation prosthesis. A clinical report. *J Prosthet Dent* 63 : 1-3, 1990.
- 7) Godoy AJ, et al : Rehabilitation of a patient with limited oral opening following glossectomy. *Int J Prosthodont* 4 : 70-74, 1991.
- 8) Davis JW, et al : Effect of a maxillary glossectomy prosthesis on articulation and swallowing. *J Prosthet Dent* 57 : 715-719, 1987.
- 9) Shimodaira K, et al : Palatal augmentation prosthesis with alternative palatal vaults for speech and swallowing: a clinical report. *J Prosthet Dent* 80 : 1-3, 1998.

(received : Oct 27, 2011 accepted : Dec 2, 2011)

(全訳)

原著 (original article)

Palatal augmentation prosthesis (PAP) influences both the pharyngeal and oral phases of swallowing
舌接触補助床 (PAP) は口腔相及び咽頭相の嚥下機能に影響する

柴野 莊一*, 山脇 正永**, 中根 綾子*, 植松 宏*

舌の欠損や運動障害による口腔期障害では舌接触補助床 (PAP) が使用される。PAP 装着の効果として、舌運動不全の代償などによる口腔期改善は報告されているが、咽頭期の変化についての詳細な報告は少ない。本研究の目的は口腔咽頭腫瘍手術患者において、PAP 装着前後の嚥下動態の変化を比較検討することである。口腔咽頭腫瘍手術後の患者 10 名 (54~80 歳) について、PAP 装着前後での、液体・ゼリー・固形物嚥下時の嚥下造影検査 (VF) 結果を、定性的・定量的に分析した。誤嚥ありの 2 例で、PAP 装着により改善がみられた。喉頭侵入は 7 例中 4 例で PAP 装着後に改善を認めた。口腔内残留は 5 例中 4 例で改善した。一方、喉頭蓋谷残留が PAP 装着後も残存したのは、9 例中 6 例であった。また、PAP 装着で新たに梨状窩残留が発生した者が 5 例みられた。定量的分析では、口腔通過時間の平均値 $\pm 1SD$ が、PAP 非装着時には 1.12 ± 0.35 秒であったのに対し、PAP 装着時は 0.51 ± 0.30 秒と有意な短縮がみられた ($p < 0.01$)。喉頭挙上開始時間・食道入口部到達時間・食道入口部開大時間に有意差はみられなかった。今回の結果より、PAP 装着後ではこれまでの報告にもあるように誤嚥の改善が確認された。一方で、PAP 装着で梨状窩残留が増大する可能性も示唆された。今後 PAP 装着時には、口腔期に加えて咽頭期の評価にも注意が必要であると考えられた。

Key words: 舌接触補助床 (PAP), 嚥下障害, 口腔咽頭腫瘍, 嚥下造影

はじめに

口腔外科手術後の舌切除・再建により、舌運動の障害や舌の欠損が生じる。これは、舌と口蓋との接触が得られなくなり、咽頭へ食塊を送り込むことができなくなることが原因であり、嚥下における口腔相の障害が起こる。このような場合に用いられる補綴装置として、舌接触補助床 (palatal augmentation prosthesis: PAP) がある。PAP の作用機序は、人工的に口蓋を下げ口腔内の死腔を閉鎖して、舌と口蓋の接触を回復することで、食塊の咽頭への送り込みを補助しようというものである。PAP の使用は 1969 年に初めて報告されている。この報告では PAP 装着の対象は、舌・口底・下顎の手術を受けた 10 例である。これらの患者の上顎に、口蓋の高さを下げる装置を装着したところ、舌と口蓋後部の接触がみられるようになった。この接触を必要とする /k//g/ ではじまる語を発語改善の評価に用いたところ、発語明瞭度の改善が認められた¹⁾。PAP による嚥下障害の改善に関しては、口腔腫瘍患者 10 例における PAP 装着時の液体・とろみ嚥下についての、口腔相・咽頭相の所要時間が短縮したとの報告がある²⁾。また、舌部分切除後の患者 10 例の嚥下障害を 10 ポイントで評価し、PAP 装着による改善についての研究では、短期的には 35 ポイント、長期的には 22 ポイント改善した³⁾。一方で PAP 装着による咽頭期の変化については、詳細な報告は少ない。そこで本研究では、口腔咽頭腫瘍手術患者において、PAP 装着前後での口腔内残留に加え、咽頭期における嚥下機能の変化についても比較検討した。

対象と方法

対象は東京医科歯科大学歯学部附属病院にて口腔咽

頭腫瘍手術後に、PAP 適応となった患者 10 例 (P1~P10) である。PAP の適応基準としては、手術後の舌口蓋間の死腔の発生による食塊形成不全、食塊の咽頭への送り込み不全がみられた場合とした。診察及び嚥下造影検査 (VFSS) にて評価を行った。対象患者 10 例の年齢・性別・原疾患・術式を表 1 に、舌の切除範囲を図に示す。

PAP の口蓋部の形態は以下の手順で決定した。上顎義歯または口蓋床の口蓋部分に粘膜調整材を添加し、患者に構音 (バ・タ・カ音) や空嚥下をしてもらい、診察室で大まかな形態を決定する。このプロセスで決定した形態のものを数週間程度患者に使ってもらい、粘膜調整材に機能的形態を印記する。さらに数週間後再び診察室にてデンスポットやアルジネート粉末を用いて、舌と PAP の接触を確認する。デンスポットやアルジネート粉末が舌により排除された箇所は、舌と PAP の接触が強すぎるので粘膜調整材を削除する。反対にデンスポットやアルジネート粉末と舌とが接触した形跡のない箇所は、舌と PAP との接触がないことになるので粘膜調整材を盛る。これらの手順を繰り返し、粘膜調整材の添加・削除により PAP の最終形態を決定する。さらに通法に従い、最終形態を変えずに、粘膜調整材をレジンに置き換える、というものである。

VFSS での評価は PAP 装着前後でのとろみ・液体・ゼリー・固形物嚥下時で行った。評価項目は誤嚥・喉頭侵入・口腔内残留・喉頭蓋谷残留・梨状窩残留とした。さらに、口腔通過時間 (OTT)・喉頭挙上開始時間・食道入口部到達時間・食道入口部開大時間を計測した。統計的有意差の検定には一標本 *t* 検定を用いた。

なお、比較に用いた VFSS はすべて必要な診療行為

* 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科, ** 京都府立医科大学総合医療・医学教育学