교합의 원리

The principles of human occlusion

경희대학교 치과대학 보철과, 경희의료원 치과병원 악관절클리닉

부교수 이 성 복

Components of the masticatory system and their interaction
- Neuromuscular physiology
- Muscles of mastication
- Ligaments
- Temporomandibular joints

Mandibular movements(envelope of motion)
- Movements in the sagittal plane
- Centric relation
- Centric occlusion
- Occlusal vertical dimension
- Rest position; rest vertical dimension
- Interocclusal distance
- Tooth contacts in centric occlusion
- Mandibular protrusion
- Incisal guidance(protrusion)
- Protrusive condylar guidance

Movements in the horizontal and frontal plane
- Lateral mandibular movement
- Terminology
- Lateral condylar guidance
- Bennett movement(Bennett side shift)
- Tooth guided lateral movements
- Working side movement: canine guided: group function
- Nonworking side movement
- paths of movement of the teeth
- Posterior tooth contacts
- Factors of occlusion

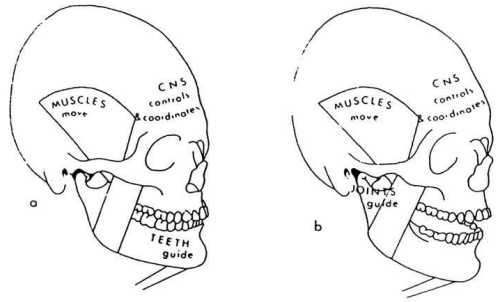
Functional tooth contacts
- Tooth contacts in swallowing
- Tooth contacts in mastication

Functional harmony
- Occlusal harmony(physiologic occlusion)
- Morpholgical malocclusion
- Functional malocclusion

Occlusal disharmony
- Premature contacts in closing movements
  - premature contacts in centric relation
  - Premature contacts in centric occlusion
- Mandibular overclosure
- Mandibular overopening
- Cuspal interferences in lateral and protrusive movements
  - Working side cuspal interferences
  - Nonworking side cuspal interferences
  - Protrusive cuspal interferences

하악운동과 교합

치아가 접촉하고 있지 않을 때 하악의 운동은 측두하악관절과 proprioceptive neuro-muscular mechan



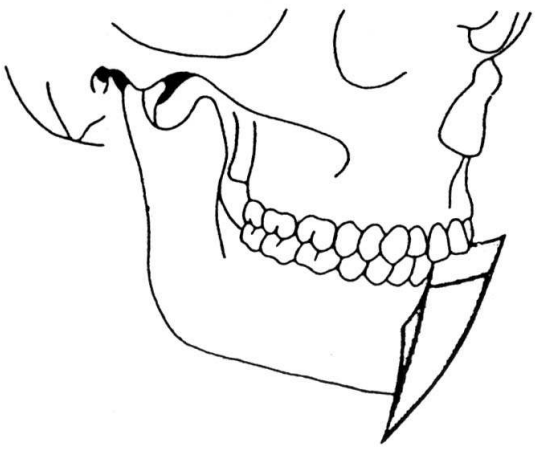
(a) Mandibular movement with teeth in contact.
(b) Mandibular movement with teeth out of contact.

isms에 의해 제어를 받게 된다. 만일 정상적으로 치아가 접촉하면서 하악 운동이 유도된다면, 측두하악관절은 그러한 제어 활동에 있어 수동적인 역할만을 담담하게 될 것이다.

측두하악관절과 치아에 의해 유도되는 하악운동의 full range는 그림에서처럼 하악중절치 사이의 중심점에 의해 3차원적인 envelope을 만들게 된다. 이 envelope은 하악운동을 시상면, 수평면, 및 전두면에서 분석하여 논하는 데에 매우 편리한 도구가 된다.

1. Movements in the sagittal plane

시상면에서의 하악운동의 envelope은 Posselt에 의한 최초로 설명되었고, 이 그림에서 치아 접촉과 악간관계에 대한 중요한 임상적 정보를 얻게 되었다.



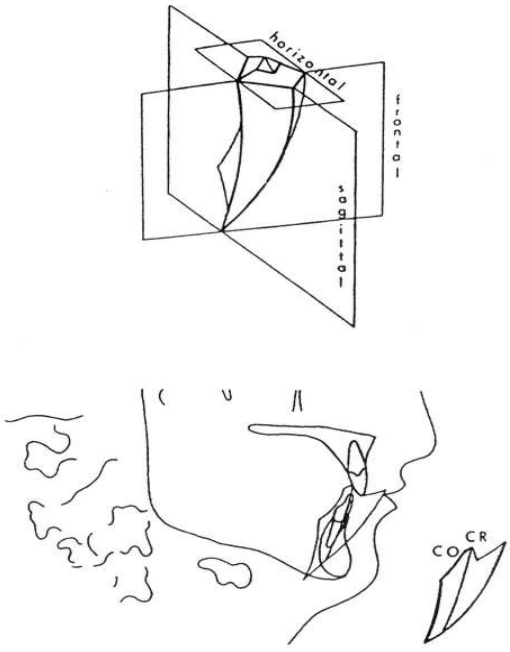
The envelope of motion of the the lower incisor

1) Centric relation

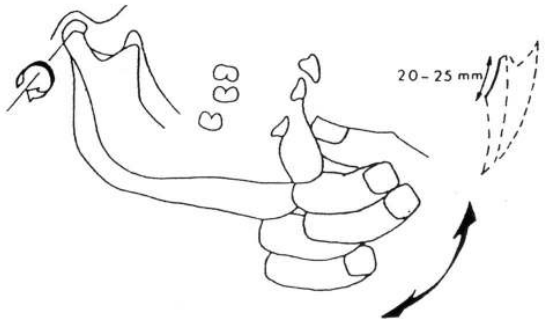
지금까지 보철학적으로 정의되어 온 중심위에서의 과두위치에 대한 개념은, the most retruded position, the most superior position, RUM position, 그리고 superior-anterior position등의 변화를 격고 있으며, 아직도 논란의 여지가 없는 것은 아니다. 현재 받아들여 지고 있는 중심위의 개념은 보철학 용어사전(1994, GPT6, JPD)에 명시되어 있는 바 대로, 전후적인 위치에서 관절융기의 사면에 대하여 과두가 그 복합체와 함께 해당 관절원판의 가장 얇은 비관혈성 부위와 관절을 이루는 상악과 하악의 관계이다.

그러나 시상면에서 하악의 운동을 설명 할 때의 분석의 편리를 위하여 전통적으로 종말접번축(Termial hinge axis)을 기준으로 하여 설명이 이루어지고 있다. 즉, 과두가 관절와내에서 the most superior, mid-sagittal, unstrained relation으로 안착되어 있을 때, 하악은 고정된 수평축(종말접번축)을 중심으로 회전한다는 개념이다.

과두가 종말접번축을 중심으로 회전할 때 하악중절치의 중심점은 20~25mm 거리의 arc를 통하여 움직이는데, 이것을 ‘terminal arc of closure’라고 부른다.



Border movements of the mandible in the sagittal plane, CE = Centric relation. Co = Contric occlusion.



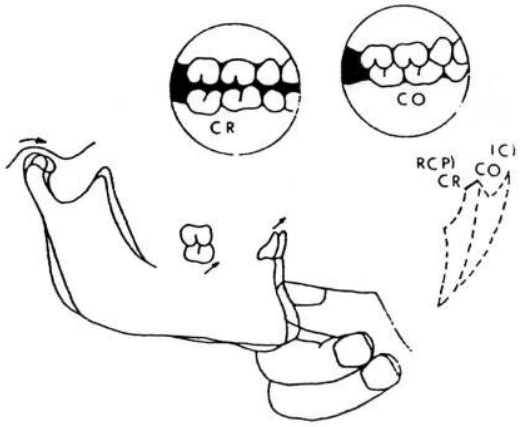
Rotation of the mandible round the terminal hinge axis in centric relation.

는 Intercuspal contact position(ICP, IC ; 과두의 위치에 무관하게, 대응하는 상하치아의 완전한 감합을 말함.)으로도 명명되기도 하지만, 서로 일치하거나 일치하지 않을 수도 있고, 이상적인 교합에서는 서로 일치하게 된다.

치아의 교두감합위치인 CO까지 도달하기 위해서는 앞서 설명한 CR위치에서의 초기 접촉으로부터 하악골이 slide의 과정을 거치게 되는데, 개인차가 있기는 하나 일반적으로 그 거리는 약 1mm로 알려져 있으며, 그 결과로 과두는 관절융기에 대하여 전하방으로의 이동을 수반하게 된다.

만일 하악이 terminal arc of closure를 초과하여 개구할 경우 과두는 회전운동과 함께 전방으로 미끄러지는 활주 운동, 즉 translation의 과정을 거쳐 최대 개구에 도달하게 된다. 이때의 최대 개구량은 정상인의 경우 40~50mm에 이르며, 최대 개구량은 약 35mm를 한계로 하여 그 미만일 때 악관절 기능장애의 범주에 포함시킬 수 있다.

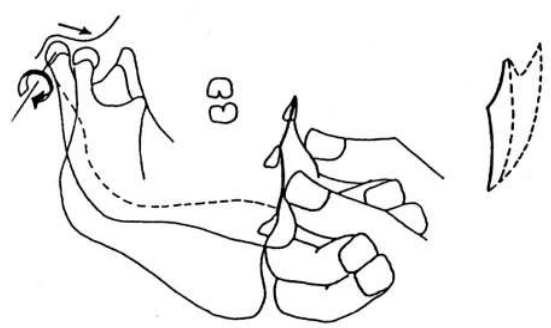
또 하악을 terminal arc of closure에서 폐구시키면 예상치 않았던 부위에서 치아의 접촉이 발생하게 되는데, 이때의 치아의 접촉위치를 'retruded contact position'이라고 하며 이러한 현상은 정상인의 경우에서도 93%이상 나타난다고 알려져 있다.



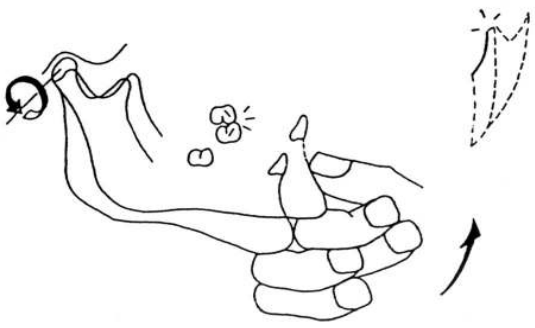
'Slide in centric' – Movement of the mandible from the retruded contact position in centric relation to the maximum intercuspal position of centric occlusaion. CR = Centric relation. RCP = Retruded contact position. CO = Centric occlusion. IC = Intercuspal contact position).

2) Slide from CR to CO(centric occlusion)

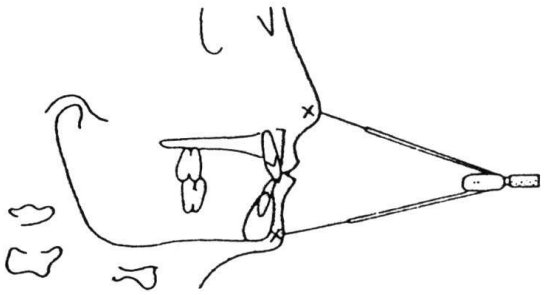
Centric occlusion(CO)은 "하악이 중심위(CR)에 있을 때 대응하는 상하치아들의 교합(1994, GPT6, JPD)"으로 정의되고 있으며, 이 CO(centric occlusion)



Mandibular opening beyond the terminal are of closure.



The retruded contact position.



The occlusal vertical dimension.

3) Occlusal verticall dimension

치아가 CO에서 맞물리고 있을 때 안모의 수직고경, 또는 그 때의 안모의 길이를 교합고경(Occlusal vertical dimension)이라고 하며, 안모에서 구강을 중심으로 상하 두지점을 임의로 표시하여 측정할 수 있다.

4) Mandibular closure from rest position to centric occlusion.

Rest vertical dimension, Interocclusal distance

Upright postion에서 하악이 postural resting position을 가질 때이며, 이 때 저작근은 최소의 활성만을 보인다. Rest position에 있을 때의 안모의 길이를 Rest vertical dimension이라 하며 이 때 생기는 상하치아 사이의 공간을 Interocclusal distance 또는 Free way space라고 하는데, 이 interocclusal distance는 평균 2~4mm이지만, 개인차가 있어 1.5mm에서 7mm까지 다양하다.

Rest position으로부터 수의적으로 폐구하면 하악은 곧바로 CO상태의 치아접촉을 하게 되는데, 이러한 CO로의 폐구는 학습된 reflex과정이다. 따라서, 만일 CO에서의 교두감합이, 치아의 위치나 교두감합과네의 변화에 의해 영향을 받게 되면, 그 이후에 나타나는 폐구형태는 새로운 수의적 폐구로를 따라 새로운 CO상태의 치아접촉을 하게 된다.

5) Tooth contacts in centric occlusion

Centric holding or supporting cusps : Guiding of non-supporting cusps

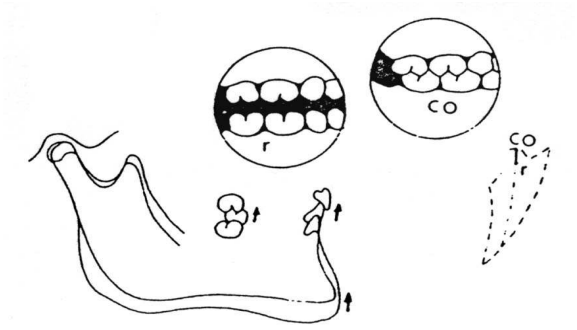
Scaife and Holt. J Prosthet Dent., 22:225-229, 1969

1. Orthognathic (Class I skeletal relation) ; 78.3%
2. Retrognathic (Class II skeletal relation) ; 19.2%
3. Prognathic (Class III skeletal relation) ; 2.5%

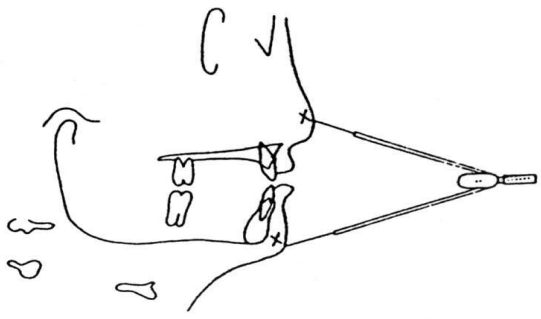
이러한 악간관계 및 치아접촉들은 발생학적으로 결정되는 것이며, 유치와 영구치의 연속적인 맹출에 입각하여 이루어진 관계이다. 그러나 이들 모두는 Class I과 동일한 과두-관절와 관계를 하고 있다.

6) Relation of the anterior teeth in centric occlusion

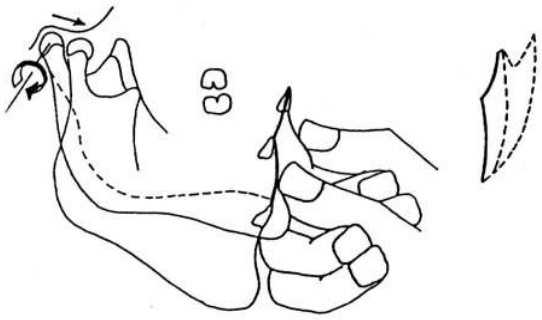
전치부 관계는 Class I / Class II div. 1 / Class II div. 2 / Class III incisor relation의 4가지 유형으로 분류되며, 각 전치부 관계는 skeletal relation의 특이한 관계로부터 비롯된 것이다.



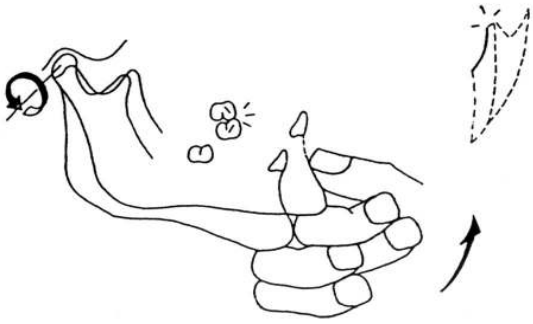
Closure of the mandible from the rest position to the maximum intercuspal position of centric occlusaion. r = rest position. CO = Centric occlusaion(intercuspal position).



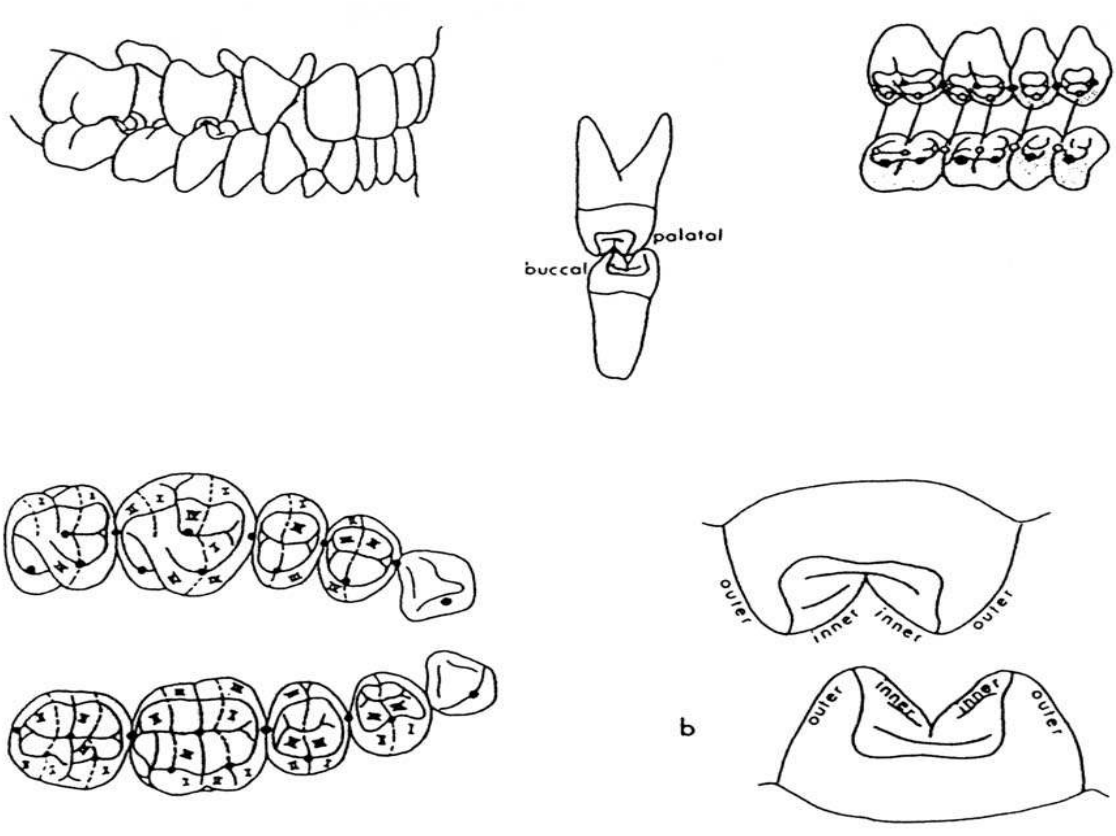
The rest vertical dimension



Mandibular opening beyond the terminal are of closure.



The retruded contact position.

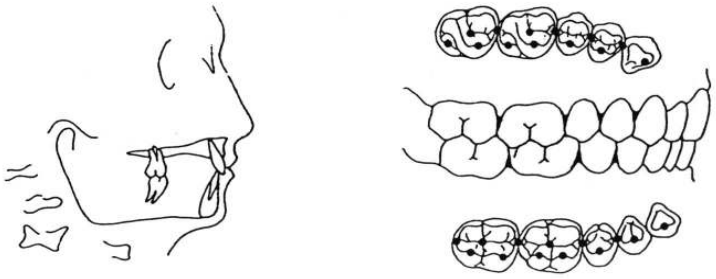


(a) The opposing posterior occlusal surfaces(Class I). Black dots show tips of supporting cusps(centric holding cusps) and their opposing fossae and marginal ridge contacts. I=mesiobuccal incline. II=distobuccal incline. III=mesiolingual incline(mandibular) mesiopalatal incline(maxillary). IV=distolingual incline(mandibular) distopalatal incline(maxillary).

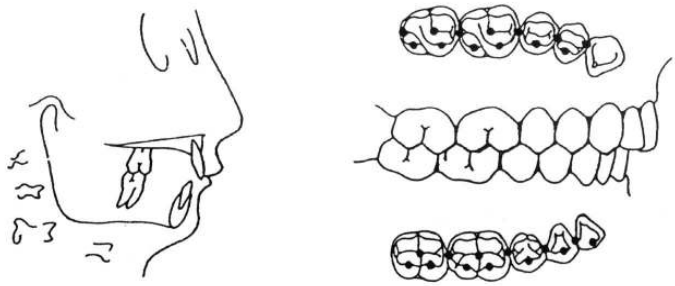
7) Protrusion of mandible from centric occlusion (incisal guidance)

CO에서부터 하악이 전방으로 이동하기 위해서는 후방의 관절와의 경사와 전방의 전치부 경사에 의존하게 되는데, 각 skeletal relation에 따라 다른 양상의 전치부 유도형태를 소유한다.

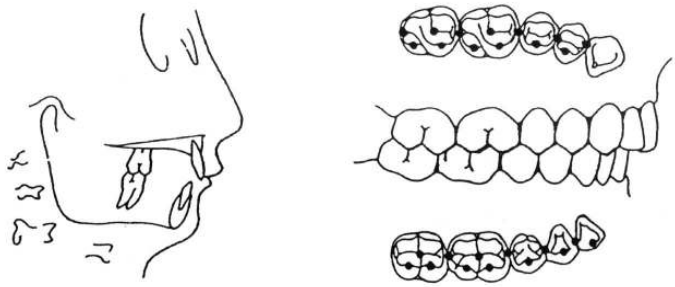
전치부가 class I relation 이라면, protrusive movement는 상악 전치부 설면의 유도형태에 지배



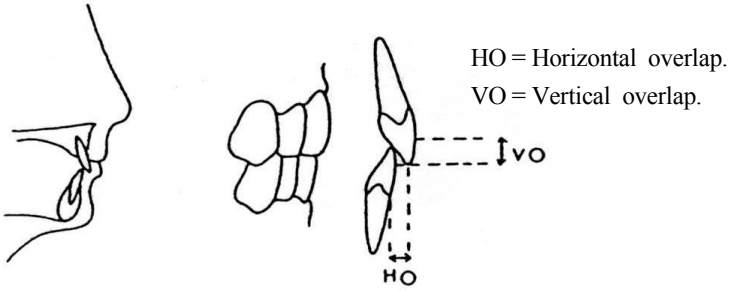
Contacts in class I(orthognathic) relation.



Contacts in class II(retrognathic; relation)>



Contacts in class III(prognathic) relation.



Class I incisor relation

를 받으며 이동하게 되는데, 이를 protrusive incisal guidance라고 하며, 이때 소구치와 구치는 즉시 이개될 것이다. 이러한 이개현상을 disclusion이라고 한다.

전방운동시 전방유도를 위한 요소, 즉 protrusive incisal guidance는 전치부의 관계에 따라 다양한 특성을 소유하게 된다.

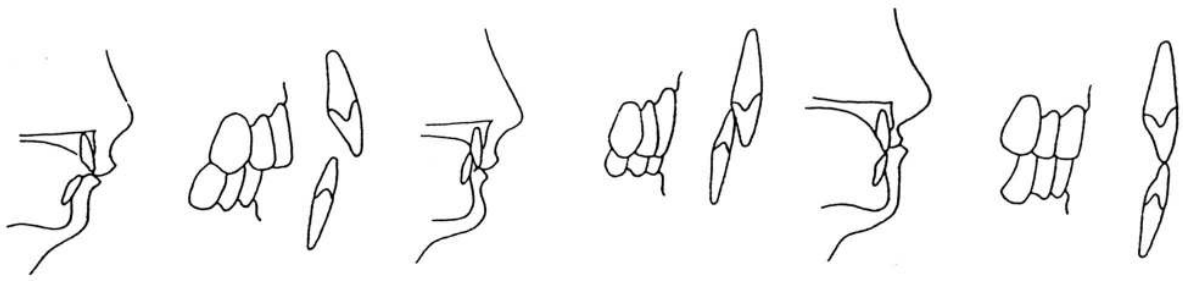
Class II div. 1 relation일 때는 전치부 접촉이 일어날 때까지 구치부의 교두경사에 의존하여 전방운동을 하다가, 전치부가 접촉하는 종국에 이르러서야 구치부가 이개한다.

전치부가 Class II div. 2 relation인 경우는 매우 steep한 protrusive incisal guidance를 소유하기 때문에 전치부 접촉과 함께 즉시 구치부가 disclusion 된다.

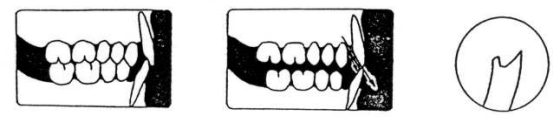
전치부가 Class III relation이면서 상하전치부 절단이 접촉하고 있다면 protrusive incisal guidance는 수평방향으로 유도 될 것이고, anterior cross bite일 경우는 protrusive incisal guidance



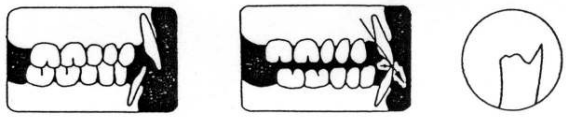
Protrusive incisal guidance. Protrusion of the mandible from centric occlusion to the incisal edge to edge position.



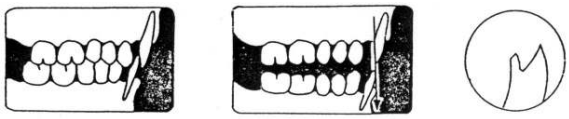
Class II division I incisor relation. Class II division II incisor relation. Class III incisor relation.



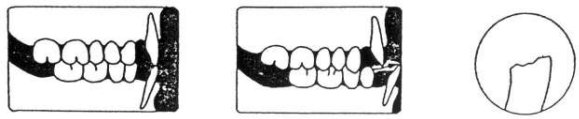
Protrusive guidance in Class I incisor relations.



Protrusive guidance in Class II division I incisor relation.



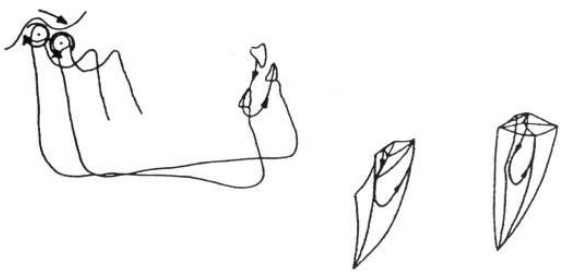
Protrusive guidance in Class II division II incisor relation.



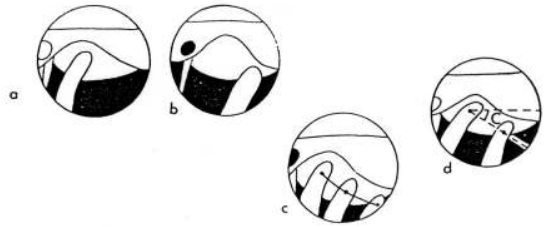
Protrusive guidance in Class III incisor relations.

가 존재하지 않고 다만 구치부의 교두경사에 의존하는 전방운동을 하게 될 것이다.

하악이 sagittal envelope of motion내에서 자유롭게 움직인다면, 그 때의 운동은 joint-fossa relationship과 neuromuscular proprioceptive mechanisms이 조화된 효과에 의해 유도 될 것이다. 따라서 neuromuscular proprioceptive mechanisms는 전방유도 요소의 제공과 함께 하악을 전방으로 적절하게 유도해주는 역할을 담당하게 된다.



Free movement in the sagittal plane.



(a) Condyle in centric relation. (b) Conddyle in protrusive relation. (c) Curved protrusive condylar path. (d) Protrusive condylar path inclination (Condylar guidance angle C)

8) Condylar path inclination

시상면에서 보았을 때, 수평선에 대한 관절융기의 원심 경사각도를 과로각(condylar path inclination, condylar guidance angle)이라고 하며, 이 과로는 개체에 따라 다양한 각도와 경로를 갖는다. 수평선에 대한 과로의 전방운동은 직선적인 각도로서 표현되고 있으며, 이 각도는 protrusion의 양에 따라 변화하게 되므로 교합기에 적용하기 위해서는 전치부 절단을 초과하지 않는 범위내에서 얻어져야 하겠다.

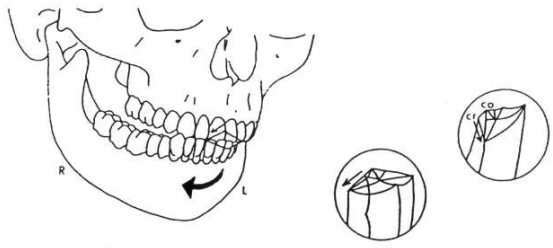
2. Movements in the horizontal plane

1) Lateral mandibular movement

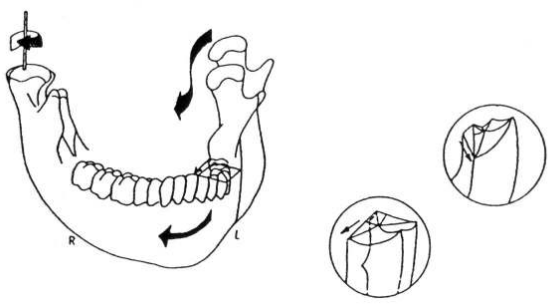
하악은 Envelope of motion내에서 치아의 sliding contact과 함께 어느 위치로든 자유롭게 운동이 가능하다. 이때 치아들은 수직적인 관계를 유지하면서 작업측 과두는 최소의 회전운동을 하게 된다.

< Terminology for lateral movements >

1. working side
2. working condyle(회전측 과두 rotating condyle)



Right tooth guided lateral border movement.(right working movement).



Right working movement showing rotation round the vertical axis of the working condyle and the path of movement of the non−working condyle.

3. working movement
4. nonworking side
5. nonworking condyle(궤도측 과두 orbiting condyle)

CR에서 straight lateral movement하는 동안, 회전측 과두는 관절와내에서 수직회전축을 중심으로 회전하게 되며, 이때 궤도측 과두는 동측의 lateral pterygoid muscle이 잡아당기므로 관절와의 내상방벽을 따라 전내하방으로의 운동을 하게 된다.

2) Bennett movement, Bennett angle

하악이 측방운동을 할 때 궤도측 과두(orbiting condyle, nonworking condyle)가 하악와 외측경사면을 따라 운동하는 것(하악 전체가 측방이동의 방향으로 작용하는 것)을 Bennett movement라고 한다.

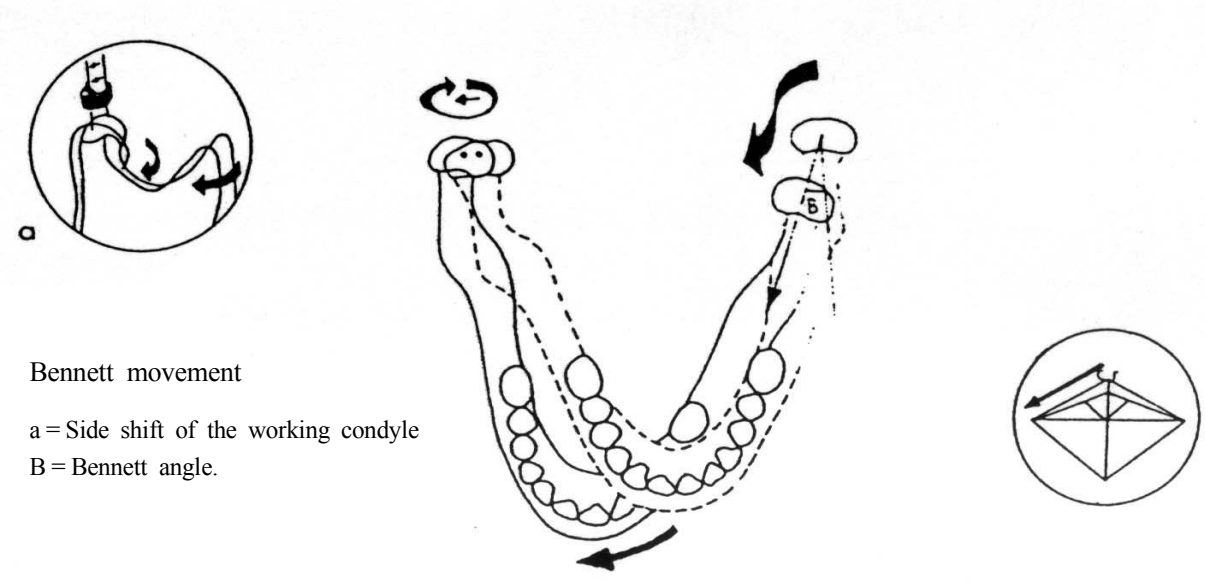
이러한 측방운동을 수평면에서 관찰할 때, 궤도측 과두의 운동경로가 정중시상면과 이루는 평균각도를 Bennett angle(그림에서 B)이라고 하며, 수직축이 더욱 외측으로 전위하여 하악 전체가 측방으로 이동하는 것을 side shift라고 한다.

* Fisher's angle; 측방운동시 궤도측 과두의 움직임을 시상면에서 관찰하면, 전방과로경사와 궤도측 과로경사간에는 어떤 차이를 갖게 되는데, 이때 생기는 경사의 차이에 의하여 발생하는 각도를 말함.

측방운동 중 하악의 side shift의 비율 또는 양적 변화를 side shift의 timing이라고 부르며, 궤도측 과두로(orbiting condylar path)의 기록을 검토하여 결정한다. 이 side shift는 수평면에서 관찰할 때 궤도측 과두가 전방운동을 한 뒤 최초 4mm에서 발생한 이동량이, 운동의 나머지 부분에서 발생한 양보다 더 크다는 사실이 입증되었다. 따라서 기록침이 중심위로부터 4-5mm 전진한 후의 궤도측 운동로 기록은 일반적으로 거의 직선적이다.

< Terminology for the side shift in horizontal plane >

1. progressive side shift; 궤도측 과두의 전방운동에 대해 정비례하여 일어나는 측방이동
2. immediate side shift; 궤도측 과두가 중심위를 이탈할 때, 이 과두가 거의 직선적으로 정중방향으로 이동하는 하악의 side shift.



Bennett movement

a = Side shift of the working condyle
B = Bennett angle.

3. early side shift; 궤도측 과두가 중심위를 이탈할 때, 이 과두의 전방운동중 처음 4mm에서 특히 최초의 부분에서 일어나는 최대 비율의 side shift.
4. distributed side shift; 궤도측 과두가 중심위를 이탈하여 전방운동을 하는 동안 처음 4mm에서 전반에 걸쳐 측방이동의 가장 큰 비율이 분산되어 있는 하악의 side shift.

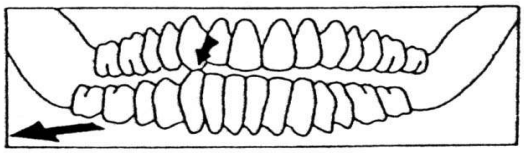
어떤 해부학적 구좌 side shift의 양을 결정하는가에 관해서는 이론이 많으나, 현재 다수의 임상가들은 하악의 side shitt는 회전측 과두의 관절낭 인대의 이완, 혹은 신장의 표시라고 생각하고 있다. 이 이론은 궤도측의 외익돌근(external pterygoid m.)이 궤도측 과두를 정중쪽으로 이동하도록 수축하면, 회전측 과두는 관절낭내에서의 느슨함이 소실될 때까지 외방으로 이동한다는 것이다. 그 후에 회전축 과두는 궤도측 과두가 전진함에 따라 이 위치에 지지되거나 약간 외측으로 움직인다.

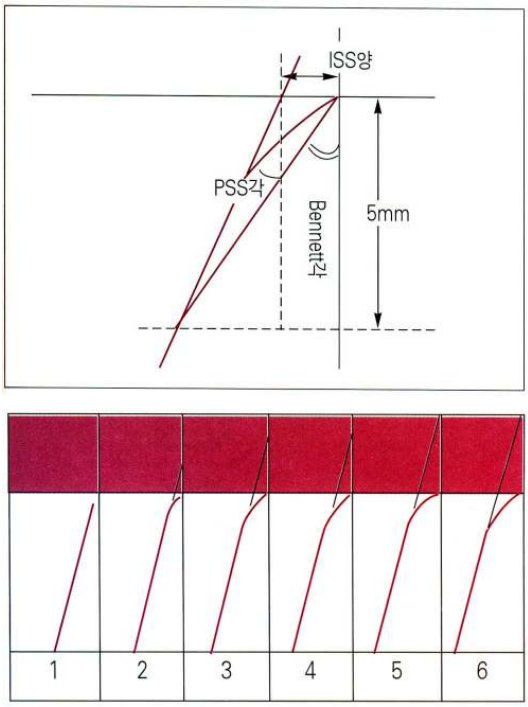
* 교합기에의 적용 : 치과용 교합기는 악관절의 특성이나 과두운동로 뿐만 아니라 하악의 side shift를 측정하는데에도 사용된다.

1. immediate side shift는 수평면상의 궤도측 운동로 기록에서 측정되며 1/10mm의 단위로 표시된다. 이 측정치는 거의 언제나 2mm보다 작다.
2. progressive sive shift는 시상면에 대해서 이루는 각도를 측정하여 표시되는데, 거의 언제나 20° 보다 작다.

* 임상적 의의

1. immediate side shift는 주로 구치 교합면의 중심구의 폭에 영향을 미친다.

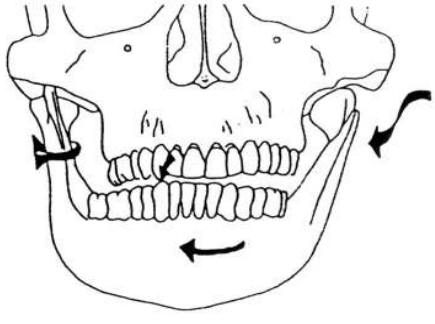




2. progressive side shift는 주로 구치부 교두의 협설적 경사에 영향을 미치며, 또한 구치 교합면의 융선과 구의 방향과 궤도측 치아접촉에 영향력을 가지고 있다.

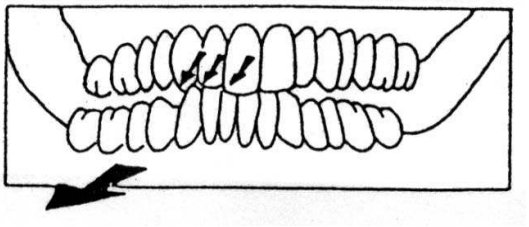
3) Tooth guided lateral movement of mandible from centric occlusion.(Working guidance)

CO로부터 치아접촉을 유지하며 하악이 이동할 때에는 작업측 치아의 접촉면에 의해 그 운동이 유도된다. 이것을 working guidance라고 하는데, 가장 일반적인 두가지 형태로 'Canine guidance'와 'Group guidance가 57%로서, 16.3%인 Group function 보다 더 높은 점유율을 나타내고 있다.(Scafe and Holt, J Prosthet Dent., 22:225-229, 1969).

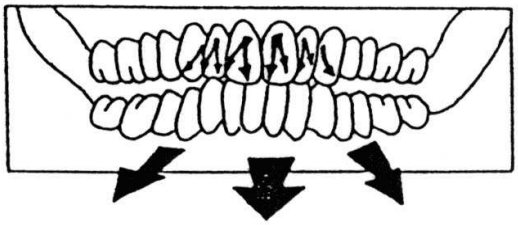


Canine guided working movement.

(1) Canine guided working guidance

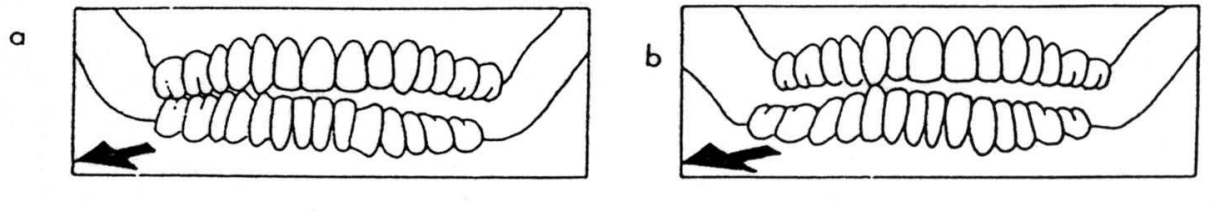


Simultaneous contact of central and lateral incisors during canine guided working movement.

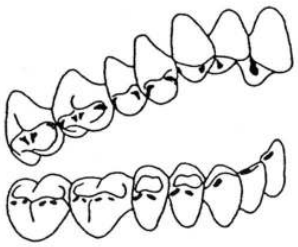


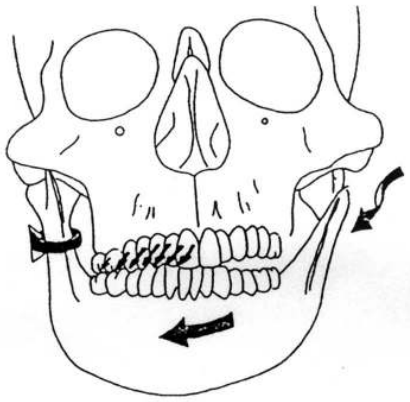
Incisal guidance(anterior guidance).

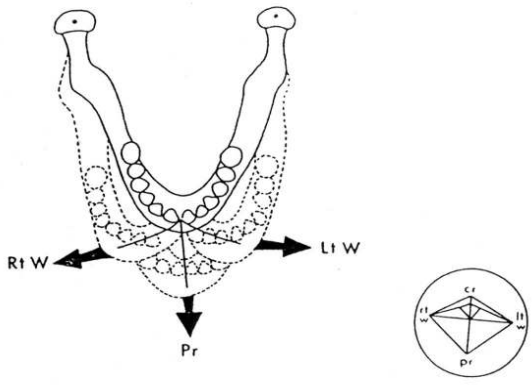
(2) Group function working guidance



Working movement up to the edge to edge position. (a) group function. (b) canine guided.





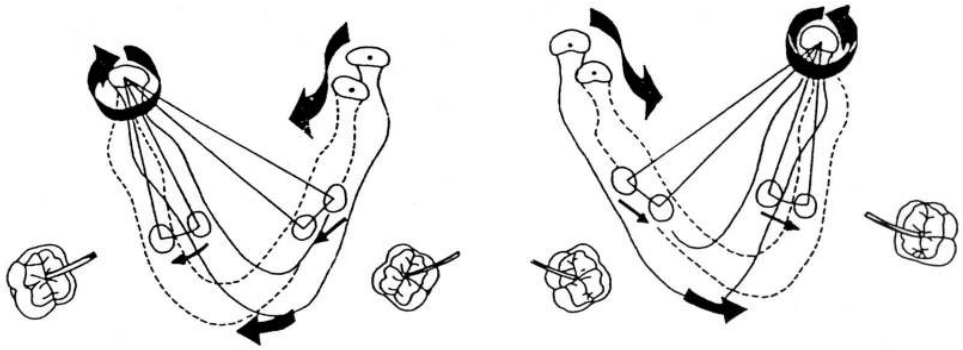


Path of the lower incisor mid-point in the right working(Rt.w), left owrking(Lt.w) and protrusive (Pr)excursions.

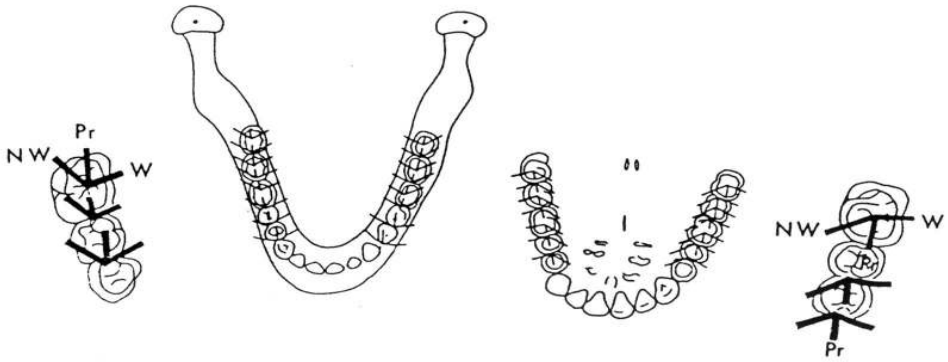
4) Paths of movement of the teeth(Gothic arch)

하악이 좌, 우, 전방으로 운동할 때, 하악 중절치의 중심점이 수평면에서 그리는 궤적을 보면 마치 arrowhead나 arch의 형태를 갖게 된다. 이 것을 gothic arch라고 부르며, 그 arch의 apex는 CR의 수평적 위치를 나타내는 지점이 된다.

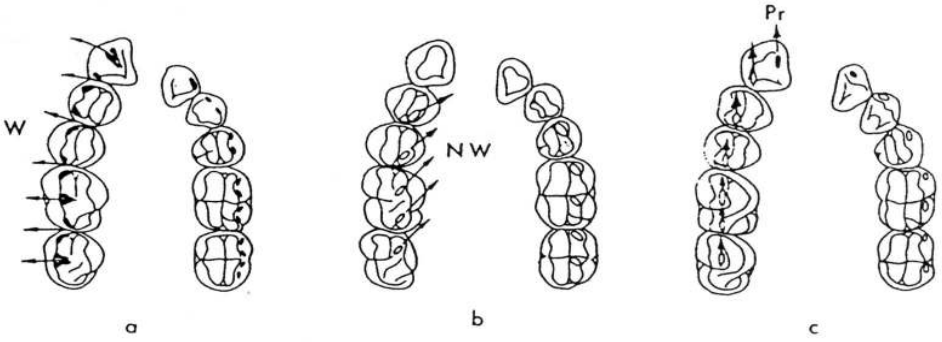
5) Posterior tooth contacts during mandibular movements



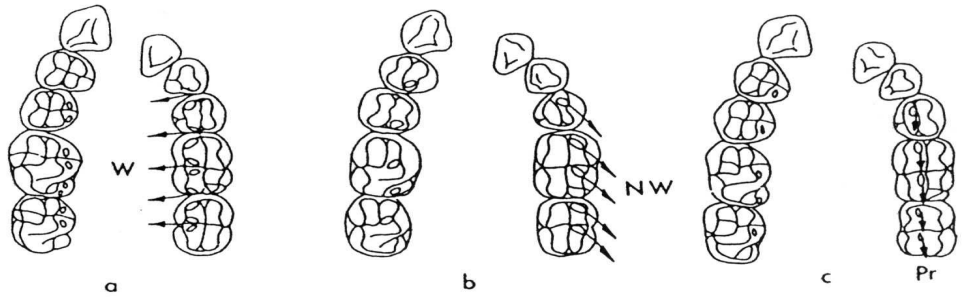
Rotation of mandibular first molars round the vertical axes of the working condyles



Paths of movement of cusps relative to opposing occlusal surfaces during right, left and protrusive movements.(NW=non-working, W=working, Pr=Protrusive).



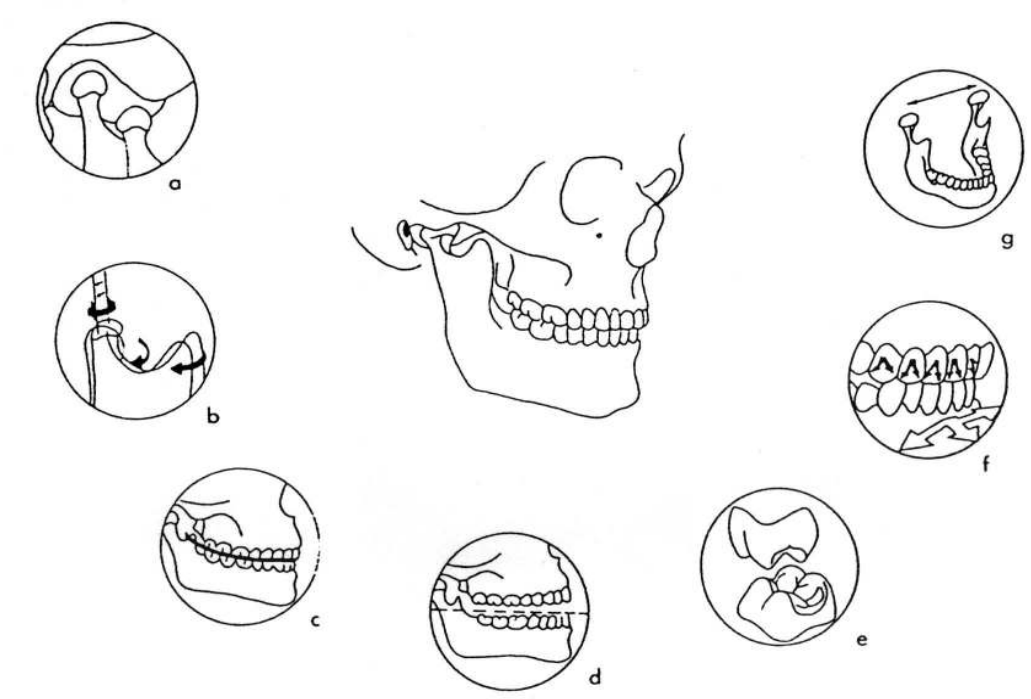
Paths of movement and potential cuspal contacts of the mandibular buccal cusps.
(a) Opposing contacts of group function on the working side(W). (b) Potential non-working contacts(NW). (c) Potential



Relative paths of movement of the maxillary palatal cusps due to movement of the opposing mandibular teeth. (a) Potential contacts of group function on the working side(W). (b) Potential non-working contacts(NW). (c) Potential protrusive contacts(Pr).

6) Factors of occlusion

by Niles. F. Guichet	by Martin D. Gross
1. character of the protrusive condylar path	1. condylar guidance
2. character of the protrusive incisal guidance	2. Bennett movement
3. occlusal plane inclination (compensating curve)	3. curve of Spee
4. tooth inclination	4. occlusal plane
5. cusp angle	5. occlusal morpholgy
	6. incisal guidance
	7. intercondylar distance



The factors of occlusion (a) Condylar guidance. (b) Bennett movement. (c) Curve of Spee. (d) Occlusal plane. (e) Occlusal morphology (f) Incisal guidance. (g) Intercondylar distance.