

Klasse I-II kaviteter til amalgam

Asbjørn Jokstad¹, Laila Johannessen², Vibeke Qvist² og Ivar A. Mjør³

Amalgamfyldningers funktionstid er studeret i flere longitudinelle og retrospektive undersøgelser. I disse undersøgelser er der udregnet en medianværdi for funktionstiden, som angiver, hvornår halvdelen af fyldningerne er lavet om. Disse medianværdier varierer som følge af den anvendte metode, men også i relation til andre faktorer som dentition, patientalder, kavitetstype og behandlingsteknik (Tabel 1), (1-10). Andre undersøgelser viser, at diagnostisk niveau (11, 12), patientvariation (13, 14) og forskelle mel-

lem behandlende tandlæger (15, 16) også kan have betydning for amalgamfyldningers funktionstid. Prognosen for en restaurering er altså bestemt af en række forhold og ikke kun af det anvendte materiales teknologiske egenskaber.

Da en væsentlig del af tandlægers arbejde består i revision af allerede eksisterende fyldninger, er det af stor betydning at klarlægge årsagerne til disse revisioner. I en række nordiske tværsnitsundersøgelser er det vist, at sekundær caries udgør den vigtigste grund til revision af amalgamfyldninger efterfulgt af fraktur af fyldninger og kanttilslutningsfejl (Tabel 2), (17-22). I en dansk undersøgelse af Qvist *et al.* (22) er fyldningsfraktur imidlertid angivet som hyppigste

årsag til omlavning af klasse I-II amalgamfyldninger. Selv om der tages hensyn til, at denne undersøgelse omfatter fyldninger i såvel primære som permanente tænder, er frekvensen noget større end i de øvrige nordiske undersøgelser (Tabel 2).

Da der sandsynligvis ikke er de store forskelle mellem de amalgamer, der anvendes i Skandinavien, kan en mulig årsag til den større frekvens af fyldningsfraktur i Danmark være tandlægenes udformning af klasse I-II kaviteter. Hensigten med denne undersøgelse er derfor at sammenligne klasse I-II kaviteter fremstillet af danske tandlæger med tilsvarende kaviteter fremstillet af tandlæger fra andre nordiske lande.

Fra Odontologisk Institutt for Anatomi, Universitetet i Oslo, Norge. Københavns Tandlægehøjskoles og NIOM, Nordisk Institutt for Materialprøving, Norge

Tabel 1. Funktionstid af amalgamfyldninger registreret i kliniske longitudinelle eller i retrospektive undersøgelser.

Forfattere	Land	Periode	% ikke omlagte fyldninger efter antal år					Medianværdi funktionstid	Operator
			3	5	10	15	20	År	
Allan	(1) UK	1954-69	75	55	20	12		5	
Allan	(2) UK	1951-71	93	73	36	22	15	8	
Robinson	(3) UK	1948-71	95	83	55	37	23	11	1 tandl.
Lavelle	(4) Canada	1953-73		80	50		10	10	3 tandl.
Walls <i>et al.</i>	(5) UK	1971-83	71	57	36			6	Studenter
Hunter	(6) UK	1949-76	82	68	50	36	27	11	1 tandl.
Crabb	(7) UK	1969-79	78	65	44			9	
Elderton	(8) UK	1978-83	69	46				5	
Poterson	(9) UK	1967-83	82	67	34	0		8	16 tandl.
Bentley <i>et al.</i>	(10) USA	1970-85	92	88	72	55		15	Studenter

Tabel 2. Årsager til revision af amalgamfyldninger og funktionstid af de reviderede fyldninger i nordiske tværsnitsundersøgelser.

Forfattere	Land	År	Sekundær caries	Marginal adaptation	Fyldningsfraktur	Tandfraktur	Andet	Klinik	Patient alder	Klasse	Median funktionstid	Antal fyldninger	
			19- %	%	%	%	%	%	År	År	prim.	perm.	
Dahl & Eriksen	(17) N	78	53	.....	33.....	0	14	Student		II		....	200....
Mjør	(18) S	78	54	10	13	12	11	Gen.prak			8	....	1443....
Mjør	(19) S	79	65	8	12	10	5	Gen.prak			8	....	1061....
Rytömaa & al.	(20) SF	84	.....	23.....	38.....	.....	39.....	Student	20		7	0	73
Mjør & Åsenden	(21) N	86	46	28	14	7	15	Off.prak	6-18		4	0	236
Qvist & al.	(22) DK	86	33	15	30	10	13	Gen.prak.	>16	Alle	7	0	541
Qvist & al.			32	31	18	3	16	Off.prak.	6-16	Alle	4	0	571

Tabel 3. Lokalisation af undersøgte kaviteter.

	Overkæbe				Underkæbe				Total
	Præmolar		Molar		Præmolar		Molar		
	Mesial	Distal	Mesial	Distal	Mesial	Distal	Mesial	Distal	
Danmark	3	7	33	6	-	6	19	10	84
Norden	3	7	33	6	-	6	19	10	84
	6	14	66	12	-	12	38	20	168

Materiale og metode

Det danske materiale bestod af 84 gipsmodeller af klasse I-II kaviteter i permanente tænder hos 6-16-årige patienter. Kaviteterne var præpareret af 49 danske tandlæger inden et efteruddannelseskursus i kariologi. Hver tandlæge havde fremstillet mellem 1 og 5 kaviteter, og alle indgreb skyldtes primær caries. Aftrykkene blev taget inden isolering og involverede også nabotænderne. De danske kaviteter blev sammenlignet med 84 kaviteter præpareret af tandlæger fra andre nordiske lande på 8 til 16-årige patienter udvalgt fra et materiale bestående af 610 epoksymodeller af klasse I-II præparationer i permanente tænder (23). Det drejede sig om mellem 6 og 17 rutinemæssigt præparerede kaviteter udført af 7 tandlæger fra Finland, Norge og Sverige. Det er tidligere vist, at udformningen og kvaliteten af kaviteter varierer i de forskellige tandgrupper (24, 25). For at eliminere denne variation blev stikprøven udtaget, således at kaviteternes antal og lokalisering i mundhulen var identisk i de to grupper (Tabel 3).

Alle modeller blev undersøgt i et stereomikroskop (Spencer American Optical) ved 10 ganges forstørrelse. Kaviteterne blev kategoriseret efter et klassificeringssystem, som kan anvendes på modeller (23). Hver enkelt kavitet blev målt med en standard periodontalsonde (CGB, Hilming), og transparent fleksibelt millimeterpapir.

Kaviteternes bucco-linguale bredde okklusalt blev beregnet som en procentdel af den interkuspitale bredde. Bredden blev målt ved overgangen mellem den pulpale og aksiale væg, ved det smalleste og bredeste sted og ved svalehalen (Fig. 1). Den bucco-linguale kavitetsbredde approksimalt blev beregnet som en procentdel af tandens approksimale omkreds, dvs. længden mellem de to nærmeste kuspers mest bukkale og linguale punkt. Bredden målt svarende til randcrista og kavitetens gingivale begrænsning (Fig. 2). Den approksimale ekstension i gingival retning blev målt som afstanden mellem den gingivale kavitetsvæg og den formodede placering af randcrista. Kavitetsdybden okklusalt blev målt som afstanden mellem kavitetskanterne bucco-lingualt og den pulpale væg, og approksimalt som bredden af den

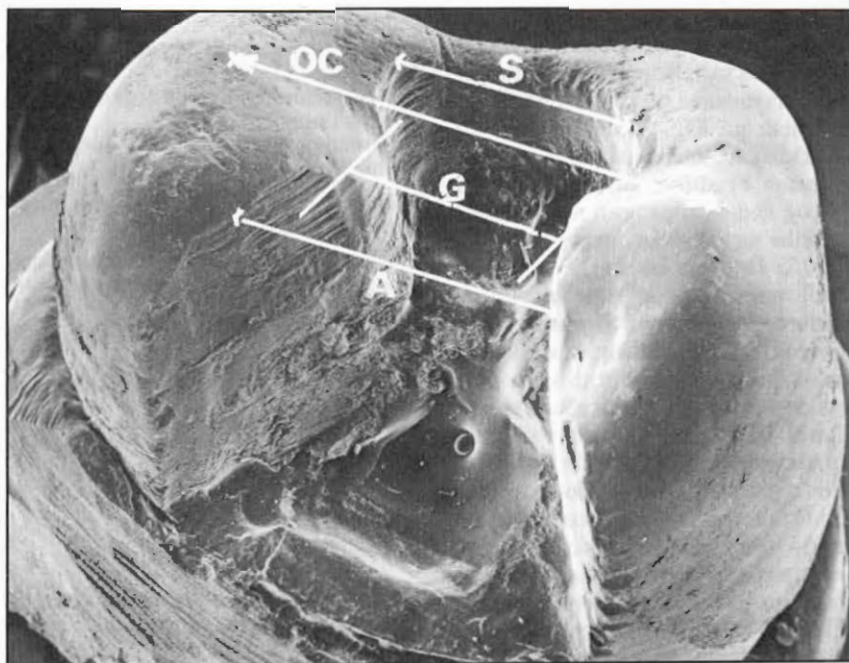


Fig. 1. Mål på præparationernes bredde okklusalt. OC, afstand mellem cusperne. A, bredde over den aksiale væg. G, bredde i gennemsnit. S, bredde ved svalehalen.

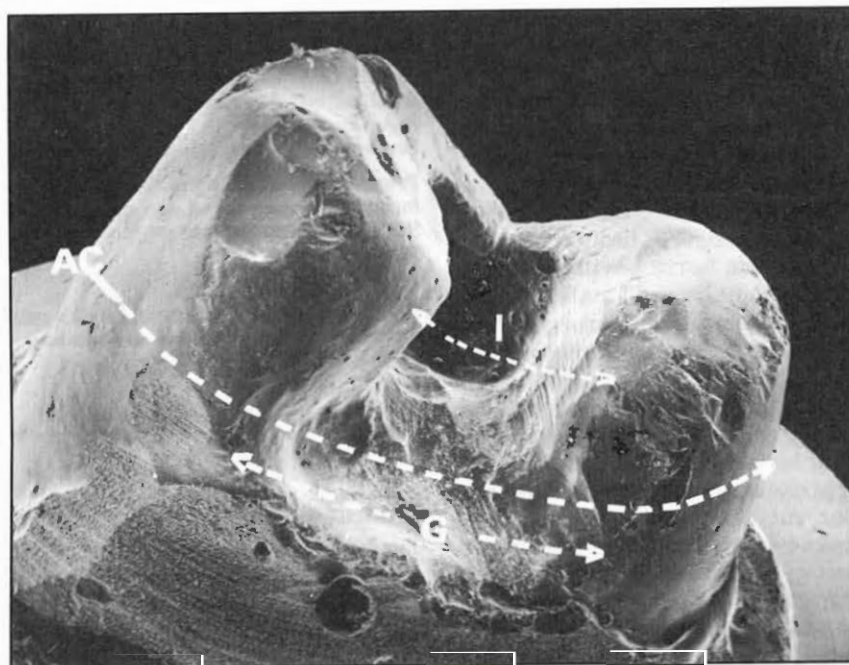


Fig. 2. Mål på præparationernes bredde approksimalt. AC, længden mellem kuspernes mest bukkale og linguale punkt. I, bredde ved marginale randcrista. G, bredde længst gingivalt.

gingivale væg mellem kavitetskanten og den aksiale væg.

Den statistiske signifikans af de observerede forskelle mellem kaviteterne fra de to grupper blev vurderet med students t-test og χ^2 test for kavitetsdetaljer, som var direkte målelige og χ^2 test for kavitetsdetaljer, som blev evalueret efter skøn.

Resultater

Kaviteternes dimensioner samt forskellige morfologiske detaljer fremgår af tabellerne 4-6. Gennemsnitskaviteten i de to grupper er illustreret på Fig. 3-5.

Okklusalt var de danske præparationer bredest både i gennemsnit og ved overgangen mellem den pulpale og aksiale væg (Tabel 4), (Fig. 3). Der var en større variation i udformningen af den okklusale kavitet med hensyn til placeringen af smalleste buccolinguale eksterion i relation til overgangen mellem den pulpale og den aksiale væg (Tabel 5). Approksimalt var præparationerne nogenlunde lige store i de to grupper, men udformningen var forskellig. De danske kaviteter havde den største udstrækning i det gingivale parti og de approksimale vægge konvergerede mere i okklusal retning, således at der var en større frekvens af kaviteter med smalleste bucco-linguale eksterion lokaliseret ved randcrista i denne gruppe (Tabel 4, 5), (Fig. 4).

Præparationsdybden okklusalt og svarende til overgangen mellem den pulpale og den aksiale væg var størst i de danske kaviteter, der også havde den dybeste approksimale kasse, (Tabel 4), (Fig. 5).

I det danske materiale var kavitetskanterne mere distinkte og de fulgte tydeligere fissurerne, desuden havde færre kaviteter undermineret emalje end i materialet fra de andre nordiske tandlæger. Endvidere var overgangen mellem den pulpale og aksiale væg oftere afrundet. Endelig konvergerede kavitetsvæggene oftere i okklusal retning både i den okklusale og i den approksimale del af kaviteterne. Der var derimod ingen forskel på frekvensen af tilbageværende fissurer på forekomsten af skarpe overgange mellem de okklusale og de pulpale vægge, eller på frekvensen af låsning svarende til overgangen mellem de approksimale og de gingivale eller aksiale vægge (Tabel 6).

Tabel 4. Præparationernes bredde og dybde med statistisk sammenligning mellem to tandlægegrupper udført med student t-test. Gruppe 1: gennemsnit, danske tandlæger. Gruppe 2: gennemsnit nordiske tandlæger. n = 84 i begge grupper, undtagen ved måling af præparationernes bredde approksimalt ved gingiva, hvor n = 23 i gruppe 1.

	Gruppe		t-test
	1	2	
Præparationernes bredde okklusalt, i gennemsnit (%)	51	41	***
Præparationernes bredde okklusalt, over den aksiale væg (%)	48	39	***
Difference mellem præparationernes bredde i gennemsnit og ved den aksiale væg	3	2	ns
Præparationernes bredde approksimalt, ved randcrista (%)	32	37	***
Præparationernes bredde approksimalt, ved gingiva (%)	43	36	ns
Difference mellem præparationernes bredde i gennemsnit og ved randcrista	-11	1	***
Afstand mellem randcrista og den gingivale præparationsgrænse (mm)	3.6	3.4	ns
Præparationernes dybde okklusalt, i gennemsnit (mm)	2.3	2.0	**
Præparationernes dybde okklusalt, over den aksiale væg (mm)	2.2	2.0	**
Difference mellem præparationernes dybde i gennemsnit og ved aksiale væg	0.1	0	ns
Præparationernes dybde approksimalt, i gennemsnit (mm)	2.0	1.7	***
Ingen signifikans: ns			
P < .05 *			
P < .01 **			
P < .001 ***			

Tabel 5. Variation af præparationernes bredde og dybde med statistisk sammenligning mellem to tandlægegrupper udført med χ^2 . Gruppe 1: gennemsnit, danske tandlæger. Gruppe 2: gennemsnit nordiske tandlæger. n = 84 i begge grupper, undtagen ved måling af præparationernes bredde approksimalt hvor n = 23 i gruppe 1.

	Gruppe		χ^2
	1	2	
Præparationernes okklusale bredde i gennemsnit i forhold til bredden ved aksiale væg			
Smallest ved den aksiale væg	39	22	
Ingen forskel	27	50	
Bredest ved den aksiale væg	18	12	**
Præparationernes approksimale bredde ved gingiva i forhold til bredden ved den marginale randcrista			
Smallest ved randcrista	18	4	
Ingen forskel	4	58	
Bredest ved randcrista	1	22	***
Præparationernes okklusale dybde i gennemsnit i forhold til dybden ved den aksiale væg			
Dybest ved den aksiale væg	24	17	
Ingen forskel	35	52	
Tyndest over den aksiale væg	25	15	*

Diskussion

De kaviteter, som var præpareret af de danske tandlæger havde gennemgående færre præparationsfejl end de øvrige vurderet efter traditionelle kriterier (26), (Tabel 6). Imidlertid kunne approksimalfalderne ikke studeres lige detaljeret i de to grupper, fordi kun det danske

modelmateriale omfattede nabotænder. Det er derfor muligt, at approksimale præparationsfejl lettere kunne observeres i det nordiske materiale. Kaviteternes principielle udformning var imidlertid også forskellig. Således havde de danske kaviteter præget af et Bronner- (27) eller Markley-design (28), mens de

Tabel 6. Vurdering af præparationerne efter traditionelle kriterier med statistisk sammenligning mellem to tandlægegrupper udført med χ^2 . Gruppe 1: gennemsnit, danske tandlæger. Gruppe 2: gennemsnit nordiske tandlæger. $n = 84$ i begge grupper. For enkelte variable er $n < pga.$ fejl ved modellerne.

	Gruppe		χ^2
	1	2	
<i>Definition</i>			
Nogle sma mangler	38	3	
Små/større mangler	30	19	
Dårlig defineret	14	62	***
<i>Placering okklusalt for 2/3 af cusperne</i>			
Cusp fjernet < 2/3	57	57	
Cusp fjernet > 2/3	27	27	ns
<i>Tilbageværende fissurer</i>			
Alle fissurer fjernet	76	71	
Buccal fissur	3	5	
Lingual fissur	1	2	
Approksimal fissur	2	2	ns
<i>Undermineret emalje</i>			
Ikke undermineret	32	43	
Okklusalt	16	4	
Approksimalt	35	37	**
<i>Approksimal retention</i>			
Konvergerende eller parallelle vægge	79	68	*
Divergerende vægge	3	15	
<i>Okklusal retention</i>			
Konvergerende eller parallelle vægge	81	53	
Divergerende vægge	1	31	***
<i>Udformning af pulpo-aksiale overgang</i>			
Afrundet	64	49	
Skarp	13	28	**
<i>Låsning af okklusale indre vinkler</i>			
Alle vinkler afrundet	63	70	
Skarp pulpo-buccal vinkel	12	6	
Skarp pulpo-lingual vinkel	6	8	ns

øvrige kaviteter mere lignede et Gilmore-design (29), (Fig. 4), forskelle der formentlig afspejler en divergerende opfattelse af, hvordan den ideale kavitet bør udformes.

De danske kaviteter var generelt noget større end de andre, hvilket kan tyde på et forskelligt cariesbillede hos patienterne eller et forskelligt skøn hos tandlægerne i de to grupper for, hvornår der operativt skal gribes ind i en cariesproces. Resultaterne indikerer, at danske tandlæger i højere grad end andre nordiske tandlæger først udfører fyldningsterapi når carieslæsionen er markant, hvilket er i overensstemmelse med nyere undersøgelser af det mest hensigtsmæssige tidspunkt for operativ carierterapi (30). At danske tandlæger er mere tilbageholdende med operative indgreb støttes af, at de ikke så hyppigt reviderer amalgamfyldninger på grund af mindre defekter, som fx kantfrakturer.

men først når det er absolut påkrævet, som fx ved fyldningsfrakturer (22). Da amalgamfyldningers funktionstid imidlertid ikke er længere i Danmark end i andre nordiske lande (Tabel 2), er der grund til at undersøge, om de forskelle, der kunne registreres i kaviteternes udformning og størrelse kan føre til en hyppigere forekomst af fyldningsfraktur i Danmark.

Der er publiceret to longitudinelle kliniske undersøgelser, som fokuserer på relationen mellem kavitetens udformning og isthmusfraktur (31, 32). I disse undersøgelser er der ingen indikationer for, at gennemsnitskaviteten eller de hyppigst forekommende kavitetensudformninger i den danske gruppe skulle fremkalde en større frekvens af isthmusfrakturer end den i den nordiske gruppe.

Mekanismerne i forbindelse med isthmusfrakturer er imidlertid ikke fuldt ud klarlagt. Det er ikke al-

tid muligt klinisk at fastslå, hvad der er den egentlige årsag til isthmusfrakturer, og der har ikke været foretaget metallurgiske studier af brudfladerne på amalgamfyldninger, som har fungeret i mundhulen. Teorier om isthmusfrakturer er udviklet på basis af laboratorieforsøg (33-35), modelstudier (36-41) og epidemiologiske observationer (42, 43). Den enkleste mekanisme er traumatisk okklusion eller tygning på en hård genstand. Den vertikale belastning vil herved kunne overstige amalgamens trykbrudsstyrke. Det er sandsynligt, at denne frakturmekanisme er årsag til isthmusfrakturer, som opstår efter kort tid (44). Det er også blevet foreslået, at den dynamiske belastning på fyldninger efterhånden forårsager en plastisk deformation af disse og øger antallet af indre defekter, hvorved trykbrudsstyrken reduceres (37). Denne frakturmekanisme kan muligvis forklare isthmusfrakturer af ældre korroderede fyldninger (45). Amalgamens trykbrudsstyrke vil dog normalt være tilstrækkelig til over en lang årrække at modstå funktionelle påvirkninger.

I en klasse I-II fyldning vil der imidlertid også opstå horisontale trækpåvirkninger i isthmusregionen ved vertikal belastning på randcrista og medalt for den aksiale væg samt ved skrå belastning på den approksimale del af fyldningen (37). Hvis de horisontale trækpåvirkninger, som varierer med kavitetens form og fyldningens okklusale relief (38), overstiger amalgamens relativt svage trækbrudsstyrke, kan det resultere i isthmusfraktur (45). *Mahler* (36) hævder på grundlag af fotoelastiske målinger, at de horisontale trækspændinger under tygning er størst på okklusalfladen, 0,8 mm medalt for den aksiale væg. Forfatteren pointerer derfor, at den mindste bucco-linguale ekstension i en amalgamkavitet bør placeres over den aksiale væg snarere end medalt for denne, som det var tilfældet i en del af de danske kaviteter. Dette synspunkt støttes af *Hartsook* (46) og af *Jørgensen* (47), som alternativt anbefaler, at den aksiale væg kan konvergeres i okklusal retning. Derimod hævder *Granath* (40) på basis af sine undersøgelser, at trækspændinger på okklusalfladen af en amalgamfyldning ved normal ok-

klusion kun vil kunne overstige amalgamens trækstyrke ved vertikal belastning på randcrista, og at det er vigtigt at den approssimale dybde er mindst mulig. Konklusionerne af de forskellige fotoelastiske undersøgelser og styrkemålinger af modeller er således til dels modstridende og deres kliniske betydning er ikke dokumenteret.

Flere forfattere har imidlertid lagt vægt på, at overgangen mellem den aksiale og pulpale væg skal være afrundet, samt at der skal være en passende præparationsdybde i dette område. Disse kavitetsdetaljer var sædvanligvis korrekt udformet af de danske tandlæger. Under forudsætning af, at kaviteterne i modelmaterialet er repræsentative for danske og andre nordiske tandlæger, må der derfor være andre faktorer end kavitetsudformningen, som forklarer den større frekvens af frakturer i Danmark. Faktorer, som man ved har betydning for opståen af fyldningsfraktur, men som ikke er medinddraget i denne undersøgelse, er forkert anvendelse af isolationsmateriale i fx for tykke lag (48), eller udformningen af et dybt okklusalt relief i amalgamen (41).

Resumé

Formålet med denne undersøgelse var at sammenligne udformningen af 2 × 84 klasse I-II kaviteter til amalgam udført af tandlæger fra Danmark og andre nordiske lande og at sammenholde resultaterne med de forskellige procentuelle forekomster af fyldningsfraktur i Skandinavien. De danske kaviteter var i forhold til de andre nordiske kaviteter dybere okklusalt og approssimalt, havde tydeligere konvergerende vægge approssimalt og en breddere buccolingual extension okklusalt. Det er ikke muligt på basis af litteraturen at vurdere den kliniske betydning af disse forskelle, og de kan ikke umiddelbart forklare, hvorfor fyldningsfrakturer hyppigere er årsag til omlavning af amalgamfyldninger i Danmark end i det øvrige Skandinavien. Kun en longitudinel klinisk undersøgelse af fyldningerne vil kunne vise, om de observerede forskelle i kavitetsudformning vil føre til en øget frekvens af isthmusfraktur og har betydning for fyldningernes kliniske funktionstid.

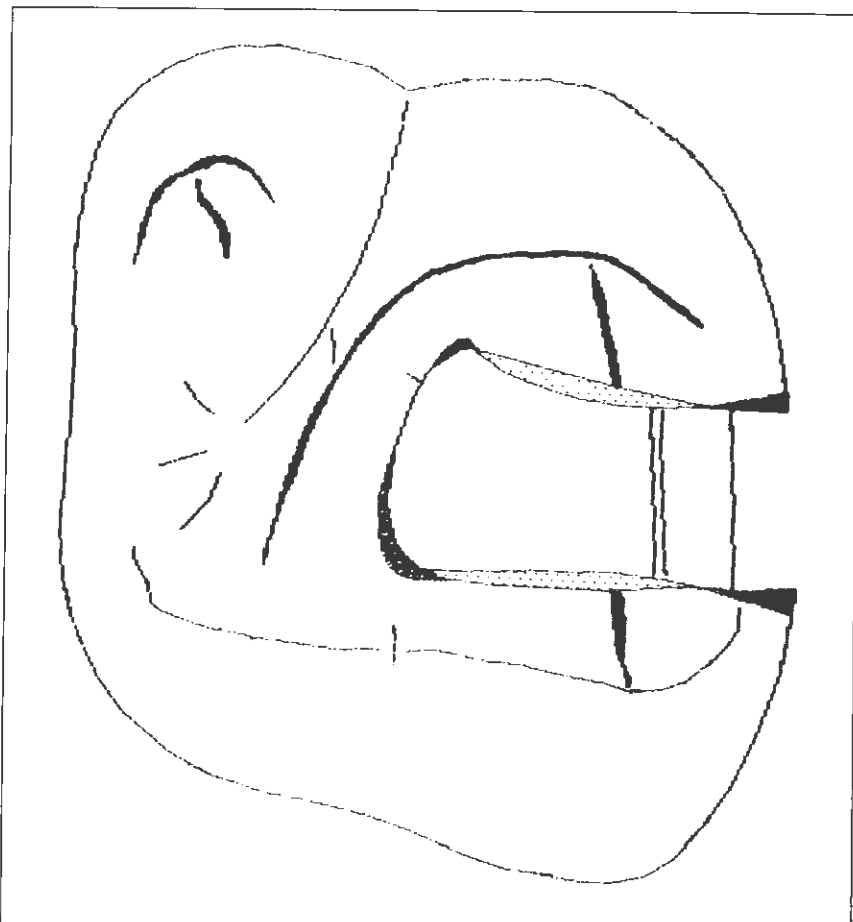


Fig. 3. Okklusale bredde på klasse I-II kaviteter præpareret som følge af primær caries. Gennemsnit af 2 × 84 kaviteter præpareret af hhv 49 danske tandlæger og 7 nordiske tandlæger. Lys skravering viser områder, hvor de danske tandlæger har fjernet mest tandsubstans. Mørk skravering viser områder, hvor de nordiske tandlæger har fjernet mest tandsubstans.

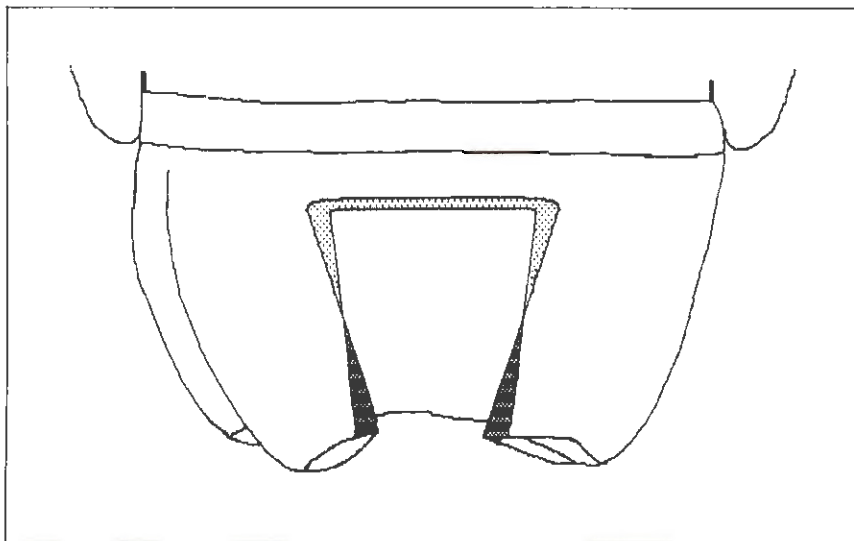


Fig. 4. Approssimale bredde på klasse I-II kaviteter præpareret som følge af primær caries. Gennemsnit af 2 × 84 kaviteter præpareret af hhv 49 danske tandlæger og 7 nordiske tandlæger. Lys skravering viser områder, hvor de danske tandlæger har fjernet mest tandsubstans. Mørk skravering viser områder, hvor de nordiske tandlæger har fjernet mest tandsubstans.

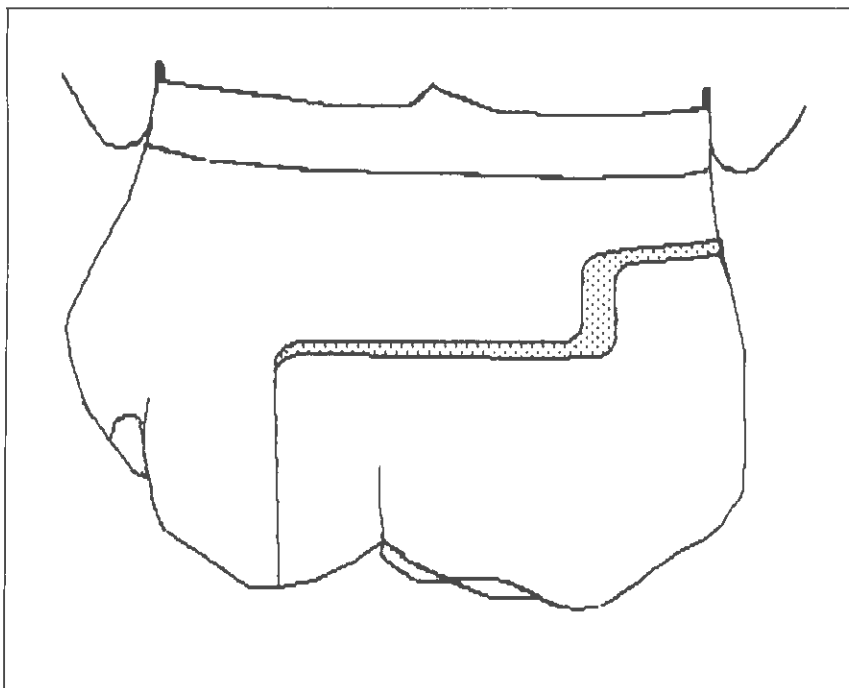


Fig. 5. Præparationernes dybde på klasse I-II kaviteter præpareret som følge af primær caries. Gennemsnit af 2 x 84 kaviteter præpareret af hhv 49 danske tandlæger og 7 nordiske tandlæger. Skravering viser områder, hvor de danske tandlæger har fjernet mest tandsubstans.

Summary

Cavities for Class I-II for amalgam

In a Danish cross-sectional survey of replacements of fillings it was reported that a major reason for replacement of Class II amalgam restorations was bulk fractures (22). This initiated an examination of a sample of 168 Class II cavity preparations made by dentists from Denmark and other Scandinavian countries. The results showed that the Danish cavities were deepest occlusally and buccally, had the most converging proximal walls, and the broadest bucco-lingual outline occlusally. On the basis of the literature, it is not possible to evaluate the clinical significance of these differences and there is no distinct explanation why bulk fractures cause replacement of amalgam fillings more frequently in Denmark than in the rest of Scandinavia. Only a longitudinal clinical examination of the fillings may show whether the observed differences in the cavity preparations results in an increased frequency of isthmus fractures and are of importance for the longevity of the fillings.

Litteratur

1. Allan DN. The durability of conservative restorations. *Br Dent J* 1969; 126: 172-7.
2. Allan DN. A longitudinal study of dental restorations. *Br Dent J* 1977; 143: 87-9.
3. Robinson AD. The life of a filling. *Br Dent J* 1971; 130: 206-8.
4. Lavelle CL. A cross-sectional longitudinal survey into the durability of amalgam restorations. *J Dent* 1976; 4: 139-43.
5. Walls AW, Wallwork MA, Holland FS, Murray JJ. The longevity of occlusal amalgam restorations in first permanent molars of child patients. *Br Dent J* 1985; 158: 133-6.
6. Hunter B. *An epidemiological study of certain factors influencing the life of dental restorations*. Vol I & II, Thesis. Edinburgh: University of Edinburgh, 1981.
7. Crabb HS. The survival of dental restorations in a teaching hospital. *Br Dent J* 1981; 150: 315-8.
8. Elderton RJ, Davies JA. Restorative dental treatment in the general dental service in Scotland. *Br Dent J* 1984; 157: 196-200.
9. Paterson N. The regular attender - the longevity of restorations in a general dental practice. *Br Dent J* 1984; 157: 23-5.

10. Bentley C, Drake CW. Longevity of restorations in a dental school clinic. *J Dent Educ* 1986; 50: 594-600.
11. Merrett MC. *An investigation of treatment decisions concerning restored teeth*. Thesis, Dundee: University of Dundee 1983.
12. Espelid I. *Radiographic diagnoses and treatment decisions on approximal caries*. Thesis, Bergen: University of Bergen 1987.
13. Axelsson P, Lindhe J. Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. *J Clin Periodontol* 1978; 5: 133-51.
14. Goldberg GJ, Tanzer J, Munster E, Amara J, Thal F, Birhed D. Cross-sectional clinical evaluation of recurrent caries. Restoration of marginal integrity and oral hygiene status. *J Am Dent Assoc* 1981; 102: 635-41.
15. Thornton P, Linden GJ. The assessment of restorations by dental students and their teachers. *J Dent* 1987; 15: 26-9.
16. Grembowski D, Milgrom P, Fiset L. Factors influencing dental decision making. *J Public Health Dent* 1988; 48: 159-167.
17. Dahl JE, Eriksen HM. Reasons for replacement of amalgam dental restorations. *Scand J Dent Res* 1978; 86: 404-7.
18. Mjör IA. Orsaker til revisjon av fyllningar. *Tandläkartidningen* 1979; 71: 552-6.
19. Mjör IA. Revisjon av fyllningar. *Tandläkartidningen* 1980; 72: 375-80.
20. Rytömaa I, Murtomaa H, Turtola L, Lind K. Clinical assessment of amalgam fillings. *Community Dent Oral Epidemiol* 1984; 12: 169-72.
21. Mjör IA, Ascenden R. Årsaker til revisjon av amalgamfyllinger i Oslo offentlige tannhelsetjeneste. *Nor Tannlegeforen Tid* 1986; 96: 109-12.
22. Qvist V, Thylstrup A, Mjör IA. Behandlingsmonstre og funktionstid af amalgamfyllninger i Danmark. *TNT* 1987; 2: 8-10.
23. Jokstad A, Mjör IA. Cavity designs for class II amalgam restorations. A literature review and a suggested system for evaluation. *Acta Odontol Scand* 1987; 45: 257-73.
24. Jokstad A. The dimensions of the everyday class II cavity preparations for amalgam. *Acta Odontol Scand* 1989; 47: in press.
25. Jokstad A, Mjör IA. The quality of routine class II cavities for amalgam. *Acta Odontol Scand* 1989; 47: 53-64.
26. Sturdevant CM, Barton RE, Soxwell CL, Strickland WD. *The art and science of operative dentistry*. St Louis: The CV. V. Mosby Comp 1985.
27. Bronner FJ. Mechanical physiological

- and pathological aspects of operative procedures. *Dent Cosmos* 1931; 73: 577-84.
28. Markley MR. Restorations of silver amalgam. *J Am Dent Assoc* 1951; 43: 133-46.
29. Gilmore HW. Restorative materials and cavity preparation design. *Dent Clin North Am* 1971; 15: 99-103.
30. Thylstrup A, Bille J, Qvist V. Radiographic and observed tissue changes in approximal carious lesions at the time of operative treatment. *Caries Res* 1986; 20: 75-84.
31. Thomas AE. Evaluation of principles of cavity preparation design. *Ala J Med Sc* 1970; 20: 379-82.
32. Binon PP. *The clinical behaviour of the amalgam restoration as related to certain mechanical properties*. Thesis, Bloomington: University of Indiana 1972.
33. Lampshire EL. *The relation of cavity form to failure of silver amalgam restorations in primary molar teeth*. Thesis, Lincoln: University of Nebraska 1950.
34. Amorim A, Navarro de Lima MF, Mondelli J, Lopes ES. Influence of axiopulpal line angle and proximal retention on fracture strength of amalgam restorations. *J Prosthet Dent* 1978; 40: 169-73.
35. Eakle WS, Braly BV. Fracture resistance of human teeth with MOD cavities prepared with sharp and round internal line forms. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 646-9.
36. Mahler DB. An analysis of stresses in a dental amalgam restoration. *J Dent Res* 1958; 37: 516-26.
37. Granath LE. *Photoelastic model experiments on class II cavity restorations of dental amalgam*. Thesis, Malmö: University of Malmö 1965.
38. Granath LE. Photoelastic studies on occlusal-proximal sections of class 2 restorations. *Odontol Revy* 1964; 15: 169-85.
39. Granath LE. The photoelastic determination of internal stresses in class II restorations. *Odontol Revy* 1964; 15: 349-65.
40. Granath LE, Edlund J. The role of the pulpoaxial line angle in the origin of isthmus fracture. *Odontol Revy* 1968; 19: 317-34.
41. Morin DL, Douglas WH, Cross M, DeLong R. Biophysical stress analysis of restored teeth: experimental strain measurements. *Dent Mater* 1988; 4: 41-8.
42. Lemmens P, Peters MC, van 't Hof MA, Letzel H. Influences on the bulk fracture incidence of amalgam restorations: a 7 year controlled clinical trial. *Dent Mater* 1987; 3: 90-3.
43. Klausner LH, Green TG, Charbeneau GT. Placement and replacement of amalgam restorations: A challenge for the profession. *Oper Dent* 1987; 12: 105-12.
44. Nadal R, Phillips RW, Swartz ML. Clinical investigation on the relation of mercury to the amalgam restoration. Part 2. *J Am Dent Assoc* 1961; 63: 488-96.
45. Phillips RW. *Skinner's science of dental materials 9th ed*. Philadelphia: W. B. Saunders 1982.
46. Hartsook JT. Acceptable procedures for primary molars. *Dent Clin North Am* 591-601.
47. Jorgensen KD. *Dentale amalgamer*. Kobenhavn: Odontologisk Boghandel 1976; 2nd ed.
48. Farah JW, Hood JA, Craig RG. Effects of cement bases on the stresses in amalgam restorations. *J Dent Res* 1975; 54: 10-5.