



GÖTEBORGS UNIVERSITET
SAHLGRENSKA AKADEMIN

Institutionen för neurovetenskap och fysiologi
Enheten för logopedi

276

**Normering av en objektiv metod för att mäta käkrörelser
med 3D-videoanalys vid tuggning samt en jämförelse mellan
käkens rörelseomfång vid tuggning och tugg effektivitet hos
unga vuxna**

Hanna Osbeck
Maja Svanqvist

Examensarbete i logopedi
30 högskolepoäng
Vårterminen 2014

Handledare
Lotta Sjögren

Normering av en objektiv metod för att mäta käkrörelser med 3D-videoanalys vid tuggning samt en jämförelse mellan käkens rörelseomfång vid tuggning och tugg effektivitet hos unga vuxna

Hanna Osbeck
Maja Svanqvist

Sammanfattning. I föreliggande studie skapas normvärden för unga vuxna ($n=41$, 22-30 år gamla) med en objektiv metod som spårar och följer tugg rörelser i 3D (tredimensionellt). Normvärden för rörelseomfång och duration vid tuggning togs fram. Inter- och intrabedömarreabilitet kontrollerades och resultatet visade på mycket god överensstämmelse. Tugg effektivitet undersöktes genom att tvåfärgat vax tuggades trettio gånger av varje deltagare. Hur väl vaxets färger blandats analyserades med hjälp av bildanalys. Genom regressions-analys jämfördes en tuggas duration samt rörelseomfång med tugg-effektivitet. Korrelation fanns mellan omfång av käkrörelse i sidled och tugg effektivitet. Deskriptiv analys av tugg rörelser samt för rörelsemönstret vid sidbyte har också genomförts. Resultaten kan i framtiden användas som normvärden vid diagnostisering och behandlingsuppföljning av vuxna personer med orofacial funktionsnedsättning.

Nyckelord: Käkrörelser, tuggning, tugg effektivitet, oralmotorik, objektiv metod

Norming an objective method using 3D-video analysis to measure jaw movements during chewing and a comparison between range of jaw movements during chewing and masticatory efficiency in young adults

Abstract. This study aims at norming a new objective method to track and measure jaw movements in 3D (three dimensional) during chewing in the young adult population ($n=41$, age 22-30). Norm values of the range of movements and the duration were calculated. Intra and inter rater reliability was high. Masticatory efficiency among participants was evaluated with a two-colored wax, analyzed with picture analysis software. Regression analysis was used to calculate the relationship between movement and duration variables and masticatory efficiency. Significant linear relationship was found between jaw movement sideways and masticatory efficiency. Descriptive analysis of the chewing pattern and the pattern for side changes was also made. The results of the present study can be used in diagnosing and monitoring therapy in patients with orofacial disabilities.

Key words: Mandibular movement, chewing, masticatory efficiency, oral motor system, objective method

Tuggningen är den första delen av matspjälkningssystemet och är viktig för god nutrition (van der Bilt, Engelen, Periera, van der Glas & Abbink, 2006). Tuggfunktionens viktigaste uppgift är att den ska resultera i en korrekt formad bolus som är lätt och säker att svälja (Woda et al. 2009). Om bolus inte är väl förberedd vid sväljning medför detta livsfara (Woda, Hennequin, & Peyron, 2011). Nedsatt tuggfunktion resulterar ofta i undvikande av viss mat som exempelvis råa grönsaker, kött och bröd vilket i sin tur leder till brist av vissa näringsämnen och vitaminer (Sheiham & Steele, 2001; Hung, Colditz & Joshipura, 2005; Mann, Heuberger & Wong, 2013). Då födan bryts ned till mindre bitar får den större yta, enzymerna i matsmältningssystemet kan endast bryta ned näring vid ytan, därför blir matsmältningen mer effektiv vid väl fungerande tuggning (Seeley, Stephens & Tate, 2008).

Födointag kan enligt Hiiemae och Palmer (1999) delas in i fem huvudstadier.

1. I första stadiet förs födan in i munnen, ibland bits den av med insisiverna och caninerna (framtänderna och de spetsiga hörntänderna).
2. Andra stadiet kallas första transportfasen. Maten placeras på premolarernas tuggyta genom en tillbakadragande rörelse med tungan.
3. Under tredje stadiet sker processande av maten som bearbetas och mals. Antal cykler och frekvens varierar med initial konsistens. Födan tuggas genom att fyra muskelpar rör käken så att födan slits, krossas och mals. M. temporalis, m. masseter och m. medial pterygoid stänger käken i tuggrörelsen, så att tänderna möts och födan krossas. Malande rörelser från sida till sida skapas av m. lateral pterygoid och m. masseter. M. lateral pterygoid, m. digastrikus, m. geniohyoideus och m. mylohyoideus är involverade då käken öppnas. Tungan, m. buccinator och m. orbicularis oris placerar och förflyttar födan i munhålan.
4. I det fjärde stadiet sker orofaryngeal ackumulation. Stadiet kallas även för den andra transportfasen. Födan formas till bolus och transporteras mot svalget genom att tungan pressar mot gommen. Processandet fortgår ofta i detta stadie. Stadiets längd varierar med initial konsistens och kan vara så länge som 8-10 sekunder vid hård initial konsistens.
5. Det femte stadiet kallas för hypofaryngeal transportfas och är den fas då bolus slutligen sväljs (Hiiemae & Palmer, 1999; Saladin, 2007; Seeley et al., 2008).

I föreliggande studie undersöks det tredje stadiet.

Tuggning kan ske unilateralt eller bilateralt och innehålla byten av tuggsida. Enligt en studie av Mioche, Hiiemae och Palmer (2002) finns vid bilateral tuggning ofta en mer aktiv sida och en mer balanserande sida. Sidbyten kan därmed förekomma vid både unilateralt och bilateralt tuggning. Vid unilateralt tuggning byts tuggsida genom att födan flyttas från ena sidan till den andra. Vid sidbyte under bilateralt tuggning skiftas vilken som är den mer aktiva sidan och vilken som är den mer balanserande sidan. Mioche et al. (2002) fann i sin studie att födan antingen flyttades helt och hållet över från den aktiva sidan till den balanserande sidan eller att födan kunde delas så att den delvis flyttades över medan resterande del fortsatte tuggas på den ursprungliga tuggsidan. Antal tuggsekvenser med bilateralt och unilateralt tuggning varierade med typ av mat och konsistens. Segt kött tuggades unilateralt under 69,8% av cyklerna medan mörkt kött tuggades unilateralt 83,4% av cyklerna. Vid mjukare konsistens tuggades maten oftare

bilateralt då banan tuggades unilateralt 57,7% av cyklerna och kaka 25% av cyklerna. Föda som är svårare att dela upp tuggas unilateralt i högre grad.

Ett flertal metoder har i tidigare studier använts för att mäta tuggningens effektivitet. Antal tuggningar från det att föda förs in i munnen till initial sväljning har använts som enda mått för hur effektiv tuggningen är. Att använda antal tuggningar som mått på tugg effektivitet är dock ingen säker metod. Det viktiga är att individen kan forma en bolus med finfördelad föda som är säker att svälja (Woda et al., 2009; Woda et al., 2011). Individer med nedsatt tuggfunktion som klarar att forma normal bolus anpassar sin tuggning främst genom att anpassa antalet tuggningar. Personer med större nedsättning i tuggfunktionen sväljer ofta för stora bitar eller anpassar sin kost. Enligt Woda et al. (2011) är nedsatt tuggfunktion då normal bolus inte kan bildas, oavsett antal tuggningar. Om normal bolus formas genom ökat antal tuggningar är tuggningen funktionell.

Ätbart tuggmaterial såsom exempelvis mandel, kött, banan och kex har i vissa studier använts för att beräkna tugg effektivitet. Partikelstorlek i bolus efter tuggning har mätts och analyserats (Wilding & Lewin, 1994; Ow, Carlsson & Karlsson, 1998; Hiemae & Palmer, 1999; Mioche et al., 2002). Dock finns ökad risk att födan fastnar i tänderna eller råkar sväljas ner. Kvalité och säsong kan också påverka partikelstorleken då födans konsistens kan variera något. Vissa individer kan behöva uteslutas från deltagande i studier på grund av födoämnesallergi. Dessutom är utrustningen för analys av partikelstorlek dyr och klumpig och analysen tidskrävande. Metoden lämpar sig därför inte för klinisk användning. Artificiella material har istället testats i forskning om tuggning (Komagamine, Kanazawa, Minakuchi, Uchida & Sasaki, 2011). Sockernivån i ett tuggummi efter ett antal tuggningar har använts som metod för mätning av tuggningens effektivitet, men visade sig inte korrelera med patientens egen upplevelse av sin tuggfunktion (Liedberg, Ekberg & Övall, 1991). Tugggummits form föreföll däremot korrelera med patientens upplevelse. Därför utvecklades en subjektiv metod för att bedöma formen på tugggummit efter ett visst antal tuggningar (Liedberg, Ekberg & Övall, 1991). Både vid forskning och klinisk undersökning är objektiva bedömningsmetoder att föredra då de subjektiva metoderna inte är lika säkra och har visat sig korrelera sämre med patientens egen uppfattning av tugg effektivitet (Slagter, Olthopp, Bosman & Steen, 1992; Sato et al., 2003). I vissa studier har tuggummi som ändrar färg då det blandas med saliv använts. Hur mycket tugggummit ändrat färg efter ett visst antal tuggningar är ett mått på hur väl tuggningen fungerar. Metoden är enkel och tidseffektiv att använda kliniskt och kunde även användas av annan vårdpersonal, närstående, samt av patienten själv, som feedback vid tuggträning. En nackdel visade sig dock vara att färgen började ändras efter några timmar vilket kan ge missvisande resultat om tugggummit inte analyseras direkt eller ska analyseras vid fler tillfällen (Kamiyama, Kanazawa, Fujinami & Minakuchi, 2010).

Vid tuggning av tvåfärgat tuggummi eller vax blandas färgerna olika mycket beroende på hur många tuggningar som genomförs samt hur effektiv tuggningen är (Prinz, 1999; Sato, et al., 2003; Schimmel, Christou, Herrmann & Müller, 2007). Efter ett förutbestämt antal tuggningar kavlas tugggummit eller vaxet ut tills det är 1 mm tjockt. Hur väl färgerna har blandats är ett mått på tuggningens effektivitet. Analys av färgernas blandning kan göras både genom visuell bedömning och med hjälp av olika

datorprogram. Den visuella bedömningen har inte lika hög reliabilitet, men kan användas kliniskt, vid screening av tuggsvårigheter (Schimmel et al., 2007) Olika mjukvaror har använts för att analysera färgblandningen hos tvåfärgat tuggummi eller vax (Prinz, 1999; Schimmel et al., 2007; Halazonetis, Schimmel, Antonarakis & Christou, 2013). Viewgum 1.2 (dHAL Software, Aten) är ett datorprogram som mäter hur mycket färgerna har blandat sig och tar fram en graf över tuggningens effektivitet baserad på nyans. Analys av tvåfärgat tuggummi med datorprogrammet Viewgum har visat hög validitet och reliabilitet och kan användas som mätinstrument vid undersökningar och studier. Normeringsvärden för Viewgum är framtagna för tvåfärgat tuggummi. Detta tuggummi innehåller dock färgämnen som inte är tillåtna i Sverige. Siffran som analyseras för att undersöka tuggeffektivitet med Viewgum är värdet för standardavvikelsen för Hue (SD Hue) vilket är ett mått på hur väl färgerna har blandat sig. I analysen utgör färgerna två kurvor som blir mindre och närmar sig varandra ju mer färgerna blandas. SD Hue beskriver avståndet mellan kurvornas toppar. Ju lägre värdet för SD Hue är desto bättre har färgerna blandats (Halazonetis et al., 2013; Schimmel, personlig kommunikation, 21 mars, 2014).

I forskning om tuggning är det av värde att kunna undersöka vad som gör tuggningen mer eller mindre effektiv. Olika metoder för att mäta käkens rörelser har använts. Wilding och Lewin (1994) använde en Sirognatograf för att transformera tuggrörelser till ett rutnät i frontal och sagittalplan. Sirognatografen fungerade genom att en ställning fästes på huvudet, hals och huvud fixerades och käkrörelser följdes genom elektrognatografisk registrering vilket innebar att rörelsen registrerades genom att elektromagnetism omvandlades till en graf. Ow, Carlsson och Karlsson (1998) samt Yoshida, Fueki och Igarashi (2007) använde ett opto-elektroniskt system med sex frihetsgrader där LED lampor (dioder) fästes på ansiktet vid en ram och användes för att tredimensionellt mäta sex punkter i ansiktet. Lateral videoflourografi användes av Hiimae och Palmer (1999) för att undersöka hur födan transporterades och formades till en bolus. För att i en senare studie kunna undersöka laterala aspekter av transport och tuggning använde Mioche, Hiimae och Palmer (2002) sig av postero-anterior videoflourografi. Käkens, tungans och kindernas rörlighet undersöktes under tuggning. De metoder som tidigare använts för att mäta käkrörelser kräver med undantag av videoflourografi att objekt fästs i ansiktet och på huvudet samt att försökspersonen sitter helt stilla. Videoflourografi är en bra metod då man kan se både käkrörelser och aktivitet i tunga och kinder, men är svårtillgängligt, dyrt och innebär att deltagaren utsätts för strålning.

Ett stort antal studier undersöker vilka parametrar som är viktiga för effektiv tuggning. I studien av Wilding och Lewin (1994) jämfördes åtta variabler i käkens rörelse med tuggeffektivitet. En modell för att beskriva relationen mellan tuggeffektivitet och käkrörelser utvecklades. Fyra variabler i käkens rörelse bedömdes som goda prediktorer för tuggningens effektivitet. Den första var vinkel, vilken anger vinkeln mellan första punkten och mitten av det oklusala stadiet. Det oklusala stadiet är det stadie då käken stängs och är stängd samt precis i början på öppningsfasen. Den andra variabeln var bimodalitet, vilken visar hur brett isär rörelserna för stängning och öppning av käken löper och därmed anger hur rotatoriskt rörelsemönstret är. Ju bredare isär rörelserna löper, desto bättre var tuggeffektiviteten. I föreliggande studie kommer denna rörelse refereras till som rörelse längs x-axeln. Skillnaden mellan käkens mest öppna läge och

det mest slutna, i föreliggande studie kallat omfång längs y-axeln, var den tredje variabeln. Ju större öppning, desto bättre blev tugg effektiviteten. Den sista och fjärde variabeln var yta, vilken anger hur utspridd tuggcykeln är, ju större yta, desto bättre tuggfunktion. Ow et al. (1998) kom i en studie av personer med och utan löständer fram till att tuggcykel och tugg effektivitet kunde fastställas av käkens medel- och maximala hastighet under öppnings och slutningsfas av en given cykel. Effektiviteten hos en given tuggcykel kunde också styras av den totala durationen hos en cykel samt hur lång tid käken är slutet. Enligt Yoshida et al. (2007) korrelerade tugg effektivitet mätt i förmåga att blanda färger vid tuggning på en tvåfärgad vaxkub med flera parametrar i käkens rörelse vid tuggning. De parametrar som korrelerade med tugg effektivitet var vertikal amplitud vilket är det vertikala avståndet mellan mitten av det ocklusala stadiet och positionen för käkens maximala öppning, maximal stängningshastighet, tuggcykelduration, stängningsduration och stängningsvinkel. Stängningsvinkeln var käkens vinkel i jämförelse med mittpunkten av det hopbitna läget 5 mm före stängning. Lateral amplitud vilket var avståndet mellan käkens rörelse från höger till vänster korrelerade inte signifikant med tugg effektivitet. I en studie av Komagamine m.fl. (2011) mättes också korrelation mellan tugg effektivitet och ett flertal variabler. De som korrelerade positivt var maximal stängningshastighet och stängningsvinkel vilken beskriver vinkeln mellan käkens läge 5 mm före stängning och käkens hopbitna läge. Då vinkeln var liten var tuggningen mer effektiv och högre hastighet vid stängningsfasen resulterade i en effektivare tuggning. I studien konstaterades att tuggcyklerna 10-18 var de bästa cyklerna att välja ut för analys av parametrarna stängningshastighet och stängningsvinkel. Det finns en risk att tidigare cykler påverkas av osäkerhet och ovana av testsituationen och senare cykler kan påverkas av undansväljning av saliv.

I en studie av Kikutani et al. (2009) undersöktes hur ålder och oralmotorisk funktion påverkade tuggningen. De faktorer som undersöktes var tugg effektivitet, tungkraft, tuggfrekvens och diadochokinesi. För att mäta tugg effektiviteten användes ett tugggummi som ändrade färg vid tuggning. Tungkraft mättes genom maximalt tryck med tungan mot gommen där en sensor hade placerats. Försökspersonerna delades in i två grupper beroende på om de hade god tuggkontakt eller inte. God tuggkontakt innebär att tänderna möts i det hopbitna läget. I gruppen med god tuggkontakt korrelerade tugg effektivitet endast med tuggfrekvens samt antal riktiga tänder hos försökspersonen. I gruppen utan god tuggkontakt korrelerade tuggfunktion med antal repetitioner av stavelsen /ta/, tuggfrekvens och tungkraft. Resultaten tyder på att tungans funktion är viktig vid tuggning, framförallt för att kompensera då den bakre tuggkontakten inte är tillräcklig. Enligt studien påverkas inte tuggfunktion av ökad ålder, däremot påverkas tungkraften vilket i sin tur kan leda till en påverkan av tuggfunktionen. Då tungans funktion är viktig för tuggning är det av stort värde att undersöka oralmotorik vid bedömning av tuggfunktion.

SmartEye Pro 5,6 (SmartEye AB, Göteborg) är ett program som spårar och följer huvud- och blickrörelser i 3D. Mimic Muscle Evaluation (MME) används som tillägg och spårar rörelser för mungipornas position. Kombinationen av programvara och tillägg kallas fortsättningsvis SmartEye MME. Läpprörelserna spåras och följs automatiskt under 60 bildrutor per sekund, men det är även möjligt att manuellt mäta andra rörelser i ansiktet. Instrumentet har i tidigare studier används för mätning av

läpprörlighet. Metoden är enligt studier reliabel och kliniskt relevant och kan användas vid utvärdering av behandling som komplement till kvalitativa metoder (Sjögreen, Lohmander & Kiliaridis, 2011; Sjögreen & Kiliaridis 2012). I studien av Sjögreen et al. (2010) föreslås att 3D-analys kan användas vid mätning av tal, ätning och tuggning, ansiktsuttryck samt salivkontroll. SmartEye MME skapar möjlighet att undersöka patienter som inte tolererar att saker fästs i ansiktet eller på huvudet. Systemet är inte beroende av att patienten sitter helt stilla, vilket gör att patienter som inte klarar av fixering av huvudet kan undersökas med denna metod (Sjögreen et al., 2011).

SmartEye MME har sedan tidigare studier vidareutvecklats och kan nu även följa en koordinat på hakan vilket skapar möjlighet till mätning av käkens rörelser (Sjögreen, Lohmander & Kiliaridis, 2011; Sjögreen & Kiliaridis 2012). Mätning av käkrörelser möjliggör bedömning av tugg rörelser och kan vara ett användbart redskap vid klinisk undersökning av tugg rörelser och tuggfunktion. SmartEye MME kan även användas i studier om tuggning, som ett kvantitativt komplement till andra metoder. Normeringsvärden har tidigare tagits fram för vuxna gällande maximal läppspridning, maximal läpprundning och läpposition i vila. Dock finns inga normeringsvärden för hur käkens rörlighet ser ut vid tuggning.

Syftet med denna studie är att utveckla och ta fram normaldata för en objektiv mätmetod för diagnostisering och behandlingsuppföljning av tuggfunktion. Normeringen kommer att vara värdefull både i vidare forskning samt kliniskt för att kunna kvalitets-säkra vården för vuxna patienter med orofaciala funktionsnedsättningar.

Frågeställningar

1. Hur ser tuggmönstret ut hos unga vuxna individer med avseende på duration och käkens rörelseomfång vid mätning med ett system för 3D videoanalys?
2. Hur ser sambandet ut mellan tuggmönster och tuggeffektivitet hos unga vuxna, mätt med regressionsanalys?
3. Hur ser normvärden ut för tuggningens rörelseomfång och tidslängd hos unga vuxna individer vid mätning med SmartEye MME?

I föreliggande studie undersöks och normeras variablerna omfång längs x-, y-, och z-axeln samt durationen per enskild tugga. Rörelsen längs x-axeln beskriver den rörelse som sker horisontellt i sidled, rörelsen längs y-axeln beskriver den rörelse som sker vertikalt, rörelsen längs z-axeln beskriver den rörelse som sker horisontellt framåt och bakåt. Med stöd i tidigare forskning är det förväntade resultatet att omfånget längs y-axeln bör påverka tuggeffektiviteten. Omfånget längs x-axeln har mätts i tidigare studier och då kallats bimodalitet eller lateral amplitud. Det är osäkert ifall signifikant korrelation kan påvisas mellan omfång längs x-axeln och tuggeffektivitet då tidigare resultat varit motstridiga. Vad gäller duration har olika studier rapporterat olika resultat angående om den påverkar effektivitet eller inte. Huruvida z-axeln påverkar tuggeffektivitet har enligt den litteratursökning som genomförs inför föreliggande studie inte undersökts tidigare.

Metod

Deltagare

Femtiofyra personer, 27 kvinnor och 27 män, undersöktes vid Göteborgs universitet. Inklusionskriterierna var att deltagaren skulle vara 20 till 40 år och inte ha någon diagnos som skulle kunna påverka tuggfunktionen. Deltagarna valdes ut genom bekvämlighetsurval. En medicinsk diagnos hos en av deltagarna, tekniska missöden för två deltagare och begränsningar i systemet i nio fall orsakade ett bortfall på 12 personer. Slutligen deltog 41 personer i studien (Medelålder: 25, högsta ålder: 30, lägsta ålder: 22, Standardavvikelse: 2,6). Av dessa var 21 kvinnor och 20 män. För information om varje deltagares ålder, kön och resultat, se tabell 1 sidan 14.

Etiska överväganden

Samtliga deltagare informerades skriftligen och muntligen om studiens syfte och om att deltagande var frivilligt. Ett medgivandeformulär kring informerat samtycke skrevs under av samtliga deltagare. Insamlade data avidentifierades och nyckel till personuppgifter finns inlåst vid Mun-H-Center i Göteborg. Anmälan om personregister gjordes till folktandvårdens registeransvarige i Västra Götalandsregionen. Studien följer de etiska förhållningsregler som finns för examensarbeten. Risken för obehag i samband med deltagande i studien bedömdes som relativt liten i förhållande till studiens värde. Information om eventuella mediciner samlades in för att öka författarnas medvetenhet om eventuella biverkningar som skulle kunna påverka resultatet.

Material

NOT-S (Nordiskt Orofacialt Test-Screening) användes för att undersöka orofacial funktion hos deltagarna. Bedömningen genomförs genom en strukturerad intervju och en klinisk undersökning som båda består av sex domäner. Intervjudelen innehåller domänerna sensorik, andning, vanor, tuggning och sväljning, dregling och muntorrhet. I undersökningen ingår domänerna ansiktet i vila, näsandning, mimik, tuggmuskel och käkfunktion, oral motorik och tal (Bakke, Bergendal, McAllister, Sjögren & Åsten, 2007). Undersökningen spelades in med en videokamera. Vid bedömning med NOT-S innebär lågt resultat en god orofacial funktion (maxpoäng=12).

Käkens rörelser vid tuggning mättes med SmartEye MME kopplad till två kalibrerade kameror med IR-ljus. Svart kajalpenna användes för att markera positioner i deltagarens ansikte.

Rött och grönt bivax (Hans Stockmar GmbH & Co. KG, Kaltenkirchen) användes som tuggmaterial. Digitalkamera användes för att dokumentera vaxet. En förslutningsbar plastpåse med information om id-nummer och vaxets vikt före och efter tuggning

användes för att förvara vaxet. Utkavling av vaxet gjordes med en kavel i en form med 1 mm tjocka kanter. Datorprogrammet Viewgum användes vid analys av färgblandningen.



Figur 1. Tvåfärgat vax (Stockmar). a. Före tuggning. b. Efter trettio tuggningar. c. Utkavlat efter trettio tuggningar.

Tillvägagångssätt

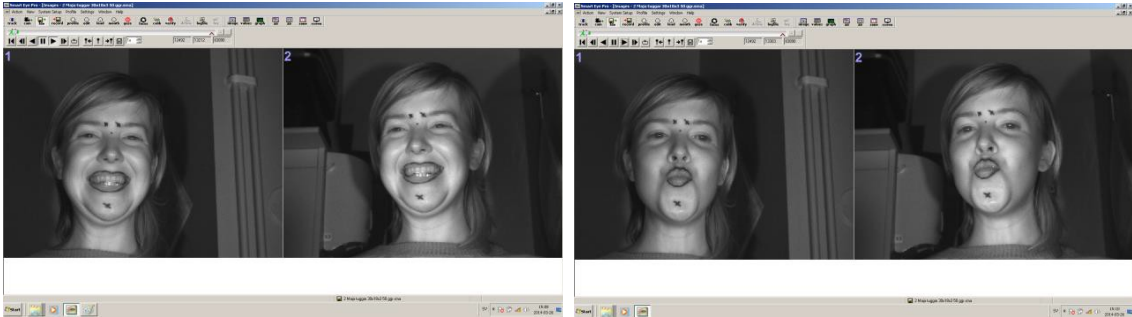
Förberedelse

Vaxet skars i 41 x 6 x 3 mm stora bitar. Se figur 1. Varje vaxbit vägdes och skulle hålla sig inom intervallet 0,63-0,73 gram. De gröna och röda vaxbitarna sammanfogades till en enhetlig vaxbit.

Datainsamling

Testledarna genomförde en bedömning med NOT-S under testtillfället och det inspelade materialet bedömdes senare även av en erfaren logoped. I de enstaka fall då testledarna och den erfarna logopeden gav olika poäng på NOT-S användes bedömningen som gjorts av den erfarna logopeden. Vid testtillfället uppgav deltagarna eventuella diagnoser och läkemedel. Vissa diagnoser och läkemedel kan påverka tuggning eller relaterade funktioner som salivutsöndring. De fåtal läkemedel som uppgavs av deltagarna kontrollerades i FASS. Ingen deltagare tog någon medicin som ansågs kunna påverka resultatet.

Markeringar ritades ut med kajalpenna i deltagarens ansikte. Markeringarna höjde kontrasten så att programmet lättare kunde identifiera de olika punkterna i ansiktet. En film som användes för att kunna skapa profilen spelades in. Deltagaren tittade då först rakt fram, vred sedan huvudet åt båda sidorna, log brett (maximal läppspridning) och trutade med läpparna. Se figur 2.



Figur 2. Bilder på brett leende samt trutning med läpparna i programmet SmartEye MME.

Deltagaren satt ca 80 cm framför IR-kamerorna som var fästa på en ställning, med 25 cm mellanrum. Deltagaren fick den tvåfärgade vaxbiten i en plastmugg och instruerades att titta rakt fram, tugga som om hen tuggade på ett tuggummi, tugga trettio gånger och själv räkna sina tuggor, då det var svårt för författarna att se skillnad på en faktisk tugga och andra rörelser såsom sidbyte och förflyttning av vaxet med tungan. Att deltagaren instruerades att tugga på vaxbiten som om hen tuggade på ett tuggummi berodde på att författarna eftersträvade så naturlig tuggning som möjligt. Författarna räknade också tuggorna ifall deltagaren skulle komma av sig.

I andra studier har deltagarens mest använda sida lokaliserats och testpersonen ombetts att endast tugga på den sidan (Sagiura, T., Fueki, K., & Igarashi, Y., 2009). Inför föreliggande studie ansågs det vara värdefullt att kunna se hur sidbyten ser ut i SmartEye MME. Sidbyten bedömdes kunna ingå i normal tuggning på den form av tuggmaterial som användes i föreliggande studie. Det ansågs därför värdefullt att kunna analysera hur sidbyten ser ut och hur frekvent de verkar förekomma.

I tidigare studier har föreslagits att 20 cykler är att rekommendera för att kunna diskriminera en nedsatt tuggfunktion från en adekvat med hjälp av ett tvåfärgat tuggummi (Schimmel et al., 2007). I föreliggande studie valde författarna 30 tuggningar som lämpligt antal baserat på att tuggcyklerna 10-18 valdes ut för videoanalys.

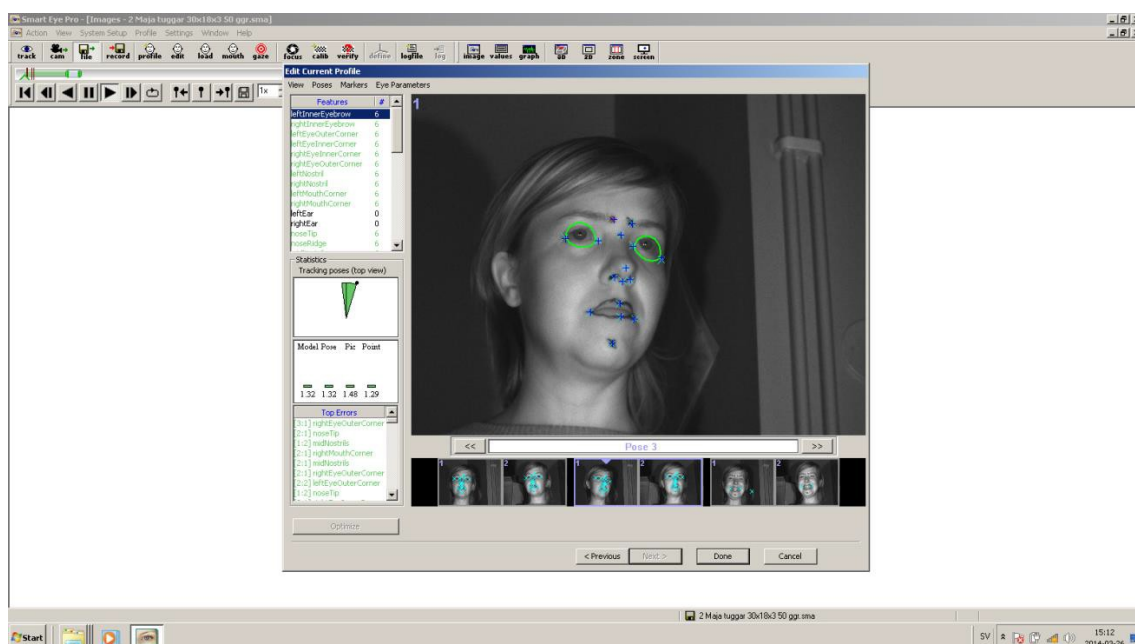
Efter 30 tuggningar spottade deltagaren ut vaxet i plastmuggen. Instruktionerna fanns nedskrivna för att försäkra att all information gavs på samma sätt till alla deltagare. Tuggningarna spelades in med SmartEye MME. Deltagaren testades i ett enskilt rum med stängd dörr. Miljön inne i rummet var relativt lika för de olika deltagarna. Vid två tillfällen fanns dock barn till deltagare med i rummet.

Databearbetning

Formen på det tuggade vaxet fotograferades och vägdes för att upptäcka eventuell minskning av massan. Se figur 1. Ett fåtal deltagare uttryckte att vaxet fastnade i tänderna och spottade efter den stora vaxbiten även ut små vaxbitar som suttit fast. Dessa bitar användes inte vid analys i Viewgum eftersom de inte blivit tuggade trettio gånger. Vid enstaka tillfällen spottade deltagaren ut det tuggade vaxet i flera större delar. Efter fotografering och före utkavling sattes bitarna ihop för att allt tuggat vax skulle användas vid analysen.

Vaxet kavldes ut till 1 mm och scannades på båda sidor. Se figur 1. Bilderna på vaxets fram- och baksida sattes sedan ihop till en bild och analyserades med programmet Viewgum. För att segmentera bilden drogs manuella streck med musen, i periferin runt vaxet samt på vaxets yta. Baserat på pixlarna på de utmätta områdena räknade programmet ut om pixeln hörde till periferin eller till vaxet. Programmet mätte ut vaxets form och analyserade nyansen. Siffror samt en graf som representerade tuggfunktion baserat på hur väl färgerna blandat sig togs fram av programmet. Siffrorna lades in i MS Excel. Kolumnen med värdet för SD Hue fördes in i SPSS för vidare analys. Fotografierna av de tuggade vaxbitarna, både före och efter utkavling, analyserades också perceptuellt och jämfördes med värdena för SD Hue. Den perceptuella bedömningen var grov och gjordes för att kontrollera om resultatet i Viewgum stämde överens med hur det såg ut med blotta ögat.

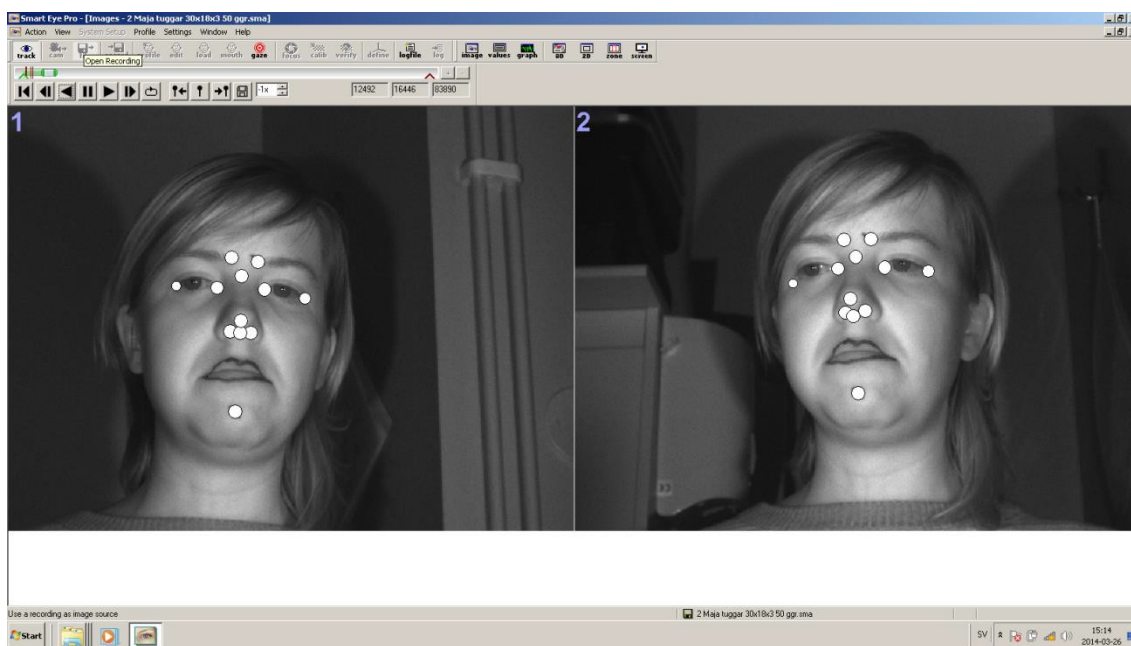
Då all testning hade färdigställts skapades en profil för varje deltagare i programmet SmartEye MME. Positioner markerades för ögonbrynen, inre ögonvrån samt yttre ögonvrån, näsborrarna, mungiporna, näsryggen, nästippen, mitten av den synliga delen av nässkiljeväggen, mitten av över- och underläpp samt mitt på hakan märktes ut på 10 utvalda stillbilder, fem från varje kamera. Stillbilderna visade ansiktet i följande positioner: rakt framifrån, huvudet lätt vridet åt höger, huvudet lätt vridet åt vänster, rakt framifrån med brett leende och rakt framifrån med trutande läppar. Se figur 3. Då profilen hade skapats kunde den användas för att följa de markerade positionernas rörelse i den 3D-film som hade spelats in med trettio tuggcykler. Positionernas värden lagrades i en loggfil som därefter bearbetades i MS Excel.



Figur 3. Profil i programmet SmartEye MME. Positioner markerade för ögonbrynen, inre ögonvrån, yttre ögonvrån, näsborrarna, mungiporna, näsryggen, nästippen, mitten av den synliga delen av nässkiljeväggen, mitten av över- och underläpp samt mitt på hakan.

Stillbilden med brett leende analyserades av en tandläkare för att undvika att bettavvikelse skulle påverka resultatet. Inga deltagare hade någon bettavvikelse som ansågs kunna påverka.

De positioner som kunde spåras var markerade som vita prickar i ansiktet på deltagaren när filmen spelades upp. Se figur 4. I föreliggande studie ansågs endast käkens markerade position vara relevant. Författarna valde därför att inte analysera övriga markerade positioner. Tuggcyklerna 10-21 spårades och loggades i 3D vilket genererade data för käkens rörelse längs x-, y-, och z-axeln som registrerades i en loggfil. Enligt Komagamine et al. (2011) var cyklerna 10-18 mest stabila och lämpliga att analysera. Författarna valde dock att logga tre extra cykler för att ha marginal. Tidigare cykler kan påverkas av osäkerhet och ovana av undersökningssituationen och senare cykler av undansväljning av saliv. Författarna ville undvika att tuggcyklerna skulle kunna påverkas av att deltagaren förberedde sig för att spotta ut vaxet. Loggfilen sparades som en excelfil och organiserades i kolumner med x-, y- och z-värden. Diagram skapades för de olika axlarna. Käkens rörelse i y-led framkom tydligt och såg i idealfallet ut som ett vågmönster. Vågrörelserna delades av från rörelsens lägsta punkt till nästa lägsta punkt, så att åtta tuggor (10-18) kunde analyseras. Tuggorna analyserades var för sig. Median, medelvärde och standardavvikelse räknades ut för dessa tuggor. Antalet bildrutor noterades också för varje tuggcykel för att bestämma tuggcyklernas duration. Se tabell 1.



Figur 4. Positioner som kan spåras och loggas i SmartEye MME.

Extremvärden kunde uppstå då programmet för en kort stund tappade spårningen av markeringen på hakan vilket innebar att värdena för x-, y- och z-axlarna blev mycket höga. Då extremvärden uppstod framkom dessa tydligt i diagrammen som skapades av loggfilerna. I de fall extremvärden förekom men vågmönstret ändå kunde urskiljas sparades antalet bildnummer medan de extrema värdena togs bort. Detta för att tidsaspekten för tuggcykeln inte skulle påverkas. Tuggcyklerna 10-18 identifierades,

men om extremvärden var starkt förekommande bland de tidiga cyklerna valde författarna att analysera senare cykler. Extremvärden togs bort hos 12 av de 41 deltagare som användes för normering. Hos en tuggcykel togs 26 bildrutor i rad bort. Med undantag från denna cykel togs som mest 14 bildrutor bort. Hos 16 av de loggfiler som skapades för intra- och interbedömarreliabilitet togs extremvärden bort, som mest raderades 13 bildrutor i rad. Författarna bedömde att de bildrutor som raderades på grund av extremvärden inte skulle komma att påverka resultatet.

Deskriptiv analys för rörelse längs x-, y- och z-axeln gjordes med hjälp av linjediagram och genomfördes för att mönster i tuggningen skulle kunna observeras.

Reliabilitetsprövning

Intra class correlation (ICC) användes för att undersöka inter- och intrabedömarreliabilitet. Signifikansnivån sattes till $p < 0,05$. Reliabilitetsprövningen gjordes på Smart Eye MME och skapandet av profiler eftersom det är den del av analysen som skulle kunna generera olika resultat beroende hur de olika testledarna manuellt plottar ut punkterna i ansiktet. Y-axelns värden var de som användes vid kontroll av inter- och intrabedömarreliabilitet. Analysen genomfördes på 12 slumpmässigt utvalda deltagare vilket motsvarar 29% av urvalet. Helt nya profiler skapades utifrån samma videomaterial för de deltagare som ingick i kontrollen av inter- och intrabedömarreliabilitet. Eftersom mindre ändringar hade gjorts i vissa profiler för att få spårningen att fungera bättre kunde samma loggfiler inte användas för att testa inter- och intrabedömarreliabilitet.

Statistisk analys

En tabell skapades i SPSS som visade medelvärde, median, standardavvikelse, varians, omfång, minimum- och maximumvärde för alla deltagares genomsnittliga tugga. Percentilerna 10, 25, 50, 75 och 90 togs fram.

För att undersöka om samband fanns mellan tuggeffektivitet och omfång på käkens rörelser längs de olika axlarna samt för hur lång tid en genomsnittlig tuggcykel tog genomfördes bivariat regressionsanalys. SD Hue användes som beroende variabel och medelvärde för rörelse längs x-, y-, och z-axeln och medelvärde för antal bildrutor användes som oberoende variabler. SD Hue inverterades vid regressionsanalys, vilket innebär att 1 dividerades med värdena för SD Hue hos samtliga deltagare. Högre effektivitet ger därmed ett högre värde vilket genererar en säkrare statistisk analys. Det inverterade värdet används endast i regressionsanalysen, i övrigt presenteras SD Hue utan invertering, för att underlätta eventuell klinisk användning av resultaten. Signifikansnivån $p < 0,05$ användes vid analys.

Resultat

I tabell 1 presenteras deskriptiv statistik för varje enskild deltagare vad gäller kön, ålder, resultat på NOT-S, resultat efter analys i Viewgum, medelvärde för rörelse längs x-, y-, och z-axeln samt tiden för en tugga. Tiden mäts i antalet bildrutor per tugga.

Normeringsvärden för SmartEye MME redovisas i tabell 2.

Tabell 1.

Deskriptiv statistik för varje enskild deltagare för åtta tuggcykler

Deltagare (n=41)	Kön	Ålder	NOT- S	Viewgum (SD Hue ej inverterade)	Omfång x-axel (M)	Omfång y-axel (M)	Omfång z-axel (M)	Antal bildrutor (M)
1	K	23	0	0,06	12,86	17,64	18,51	62,25
2	K	24	1	0,03	9,02	23,61	15,00	48,00
3	K	22	1	0,02	5,90	12,80	10,00	48,10
4	K	22	2	0,04	5,77	20,58	15,79	34,63
5	K	22	1	0,03	6,74	12,43	7,46	46,88
6	K	22	1	0,21	4,62	8,15	7,90	51,75
7	K	29	3	0,23	6,13	13,28	10,47	66,88
8	K	23	0	0,21	10,91	11,54	10,16	60,00
9	M	26	2	0,05	12,95	18,64	13,35	41,88
10	K	25	2	0,18	7,25	17,54	9,69	48,50
11	M	28	2	0,27	8,33	15,91	10,76	50,63
12	M	24	0	0,57	10,10	10,10	13,60	50,60
13	M	26	1	0,03	8,90	17,10	11,10	46,40
14	M	23	2	0,03	8,05	16,07	12,42	50,38
15	M	25	1	0,02	12,82	16,69	11,01	67,50
16	M	23	2	0,03	7,94	14,05	7,86	47,50
17	M	23	1	0,03	6,23	17,40	10,44	50,63
18	M	23	1	0,02	9,10	17,52	7,76	61,50
19	M	25	1	0,34	6,14	18,57	10,87	62,75
20	M	28	2	0,04	14,79	19,68	11,32	64,75
21	K	26	1	0,03	6,79	12,82	5,66	64,38
22	K	28	0	0,06	7,29	12,95	8,73	51,88
23	M	25	1	0,05	7,27	20,56	10,89	47,88
24	K	30	1	0,03	7,11	11,72	13,28	72,50
25	K	22	1	0,06	6,63	19,06	8,61	68,13
26	M	22	0	0,09	8,17	13,08	7,11	68,75
27	M	22	1	0,05	8,79	17,87	13,65	63,00
28	K	22	1	0,19	5,38	9,72	9,24	51,75
29	M	26	2	0,03	8,65	13,55	13,21	71,50
30	K	28	2	0,02	14,44	18,31	17,39	58,25
31	M	24	1	0,31	5,91	16,41	7,06	51,00
32	M	24	1	0,01	9,25	17,72	4,71	56,50
33	K	28	2	0,05	4,80	16,64	10,13	45,25
34	K	22	0	0,04	4,80	14,00	8,70	48,10
35	K	23	1	0,04	9,86	14,62	9,45	59,88
36	M	28	2	0,02	7,70	20,30	12,00	54,10

37	K	28	2	0,02	10,44	14,74	8,05	78,38
38	M	28	0	0,13	6,00	15,65	13,46	62,25
39	M	29	2	0,02	8,96	19,71	13,97	52,00
40	K	23	0	0,09	7,59	14,63	9,87	58,38
41	K	29	1	0,23	7,44	18,32	13,70	46,63

För omfång längs x-, y-, och z-axeln gäller att högre värden ger större omfång. M=medelvärde. Omfångets värde anges i mm. Det går 60 bildrutor per sekund. Ett lägre värde på SD Hue ger en högre effektivitet. För NOT-S gäller att ett eller flera ja-svar inom en domän indikerar orofacial dysfunktion och ger en poäng (maximal poängsumma = 12).

Tabell 2.

Normeringsvärden för en tuggcykel hos unga vuxna uppmätt med SmartEye MME (n=41)

Variabel	M	SD	min	max	V	Percentiler				
						10	25	50	75	90
Omfång x-axel	8,24	2,55	4,62	14,79	10,18	5,46	6,19	7,70	9,18	12,85
Omfång y-axel	15,89	3,35	8,15	23,61	15,46	11,57	13,18	16,41	18,31	20,18
Omfång z-axel	10,24	3,03	4,71	18,51	13,81	7,18	8,65	10,47	13,31	14,80
Antal bildrutor	55,90	34,63	34,63	78,38	43,75	46,45	48,10	52,00	62,88	68,63

För omfång längs x-, y-, och z-axeln gäller att högre värden ger större omfång. M=medelvärde, SD=standardavvikelse, min=lägsta värde, max=högsta värde, V=variationsvidd. Omfångets värde anges i mm.

Reliabilitet

Analys med ICC visade höga värden för inter- och intrabedömarreliabilitet. Se tabell 3.

Tabell 3.

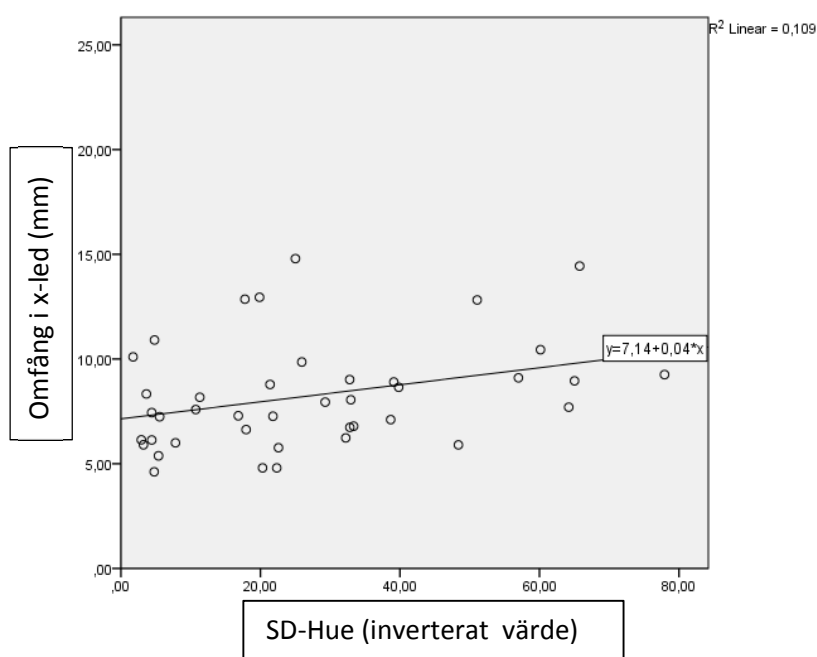
Reliabilitetsprovning med Intraclass Correlation (ICC)(n=12)

Mätning	Interbedömarreliabilitet		Intrabedömarreliabilitet	
			T1	T2
Genomsnittliga mätningar	0,911		0,930	0,976
Signifikansnivå	<0,001		<0,001	<0,001

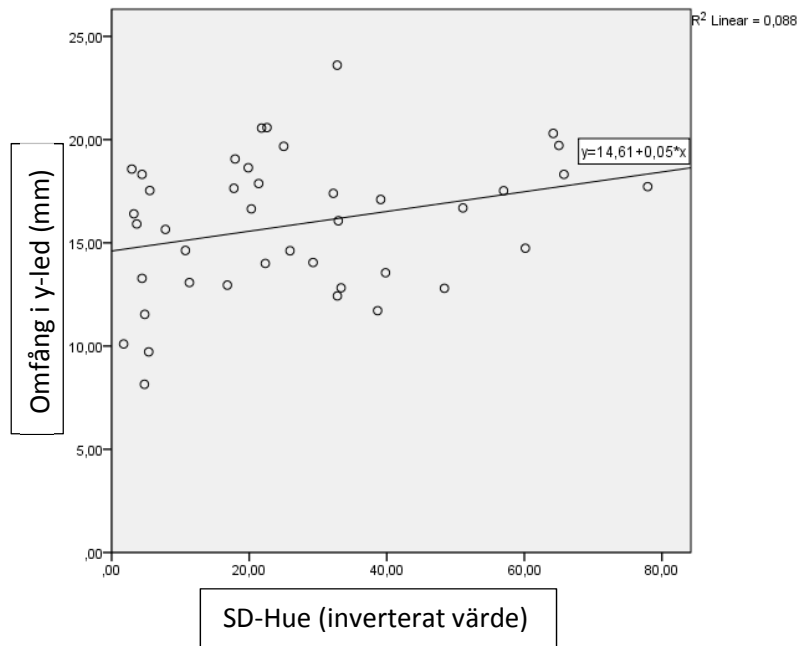
T1 = Testledare 1; T2 = Testledare 2. Df= 11

Sambandsanalys mellan tuggmönster och tuggeffektivitet

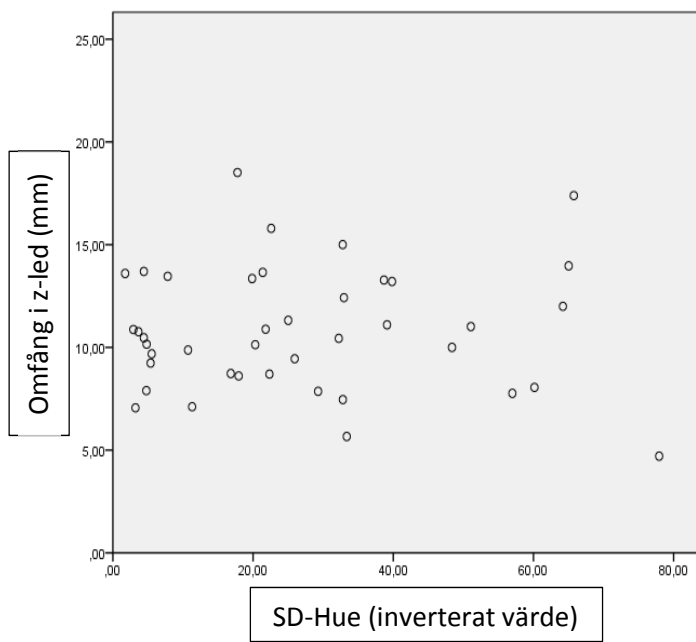
Resultaten för regressionsanalyserna visade ett signifikant samband mellan inverterade SD Hue och rörelse längs x-axeln ($p < 0.05$). Se figur 5. Vid regressionsanalys med inverterade SD Hue som beroende variabel och rörelse längs x-axeln som oberoende variabel blev värdet för R^2 0,109, vilket betyder att 10,9 procent av värdet för inverterade SD Hue kan förklaras av rörelse längs x-axeln. Resultaten visar att omfånget längs x-axeln påverkar inverterade SD Hue genom att mindre omfång i rörelsen ger högre värde på inverterade SD Hue, vilket innebär en sämre färgblandning av vaxet. Inget signifikant samband kunde påvisas mellan SD Hue och rörelse längs y-axeln ($p = 0,06$, $R^2 = 0,088$)(figur 6) och z-axeln ($p = 0,997$, $R^2 = 0,000$)(figur 7) eller antalet bildrutor per tuggcykel ($p = 0,303$, $R^2 = 0,027$) (figur 8).



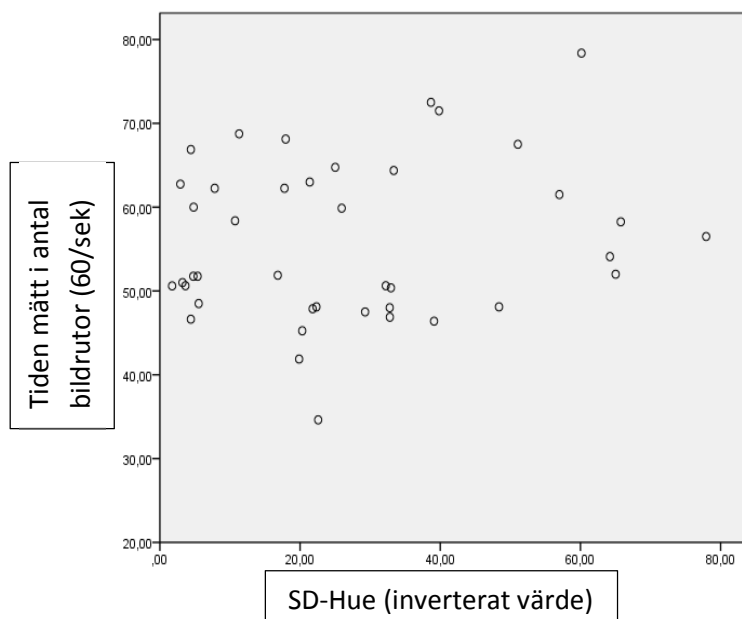
Figur 5. Korrelation och regression mellan SD Hue och omfång längs x-axeln.



Figur 6. Korrelation och regression mellan SD Hue och omfång längs y-axeln.



Figur 7. Korrelation mellan SD Hue och omfång längs z-axeln.



Figur 8. Korrelation mellan inverterade SD-Hue och tiden mätt i antal bildrutor.

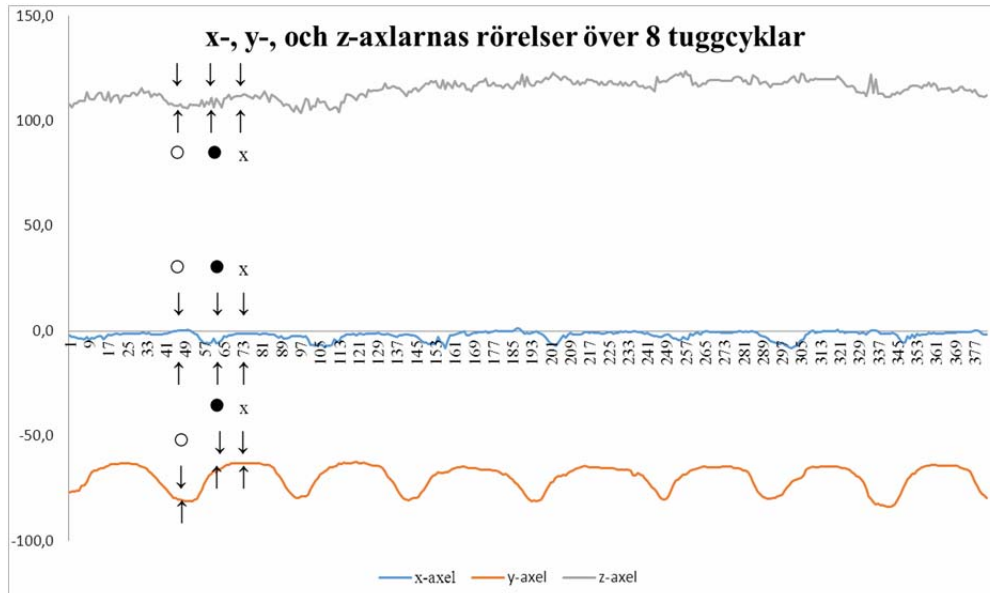
Deskriptiv analys av tuggmönster

Vid närmre analys av de enskilda tuggcyklerna framträdde ett tydligt mönster i x- och y-led som kunde utläsas i diagrammet. Då y-värdet var som lägst, alltså då käken var i sitt öppna läge var x-värdet nära 0, alltså nära mitten. Då käken i y-led fördes uppåt, alltså då slutningsfasen började, förflyttades x-värdet allt längre från mittlinjen. Då y-värdet närmade sig slutet ändrades riktningen på x-värdet återigen mot mitten. Detta visade tydligt hur den rotatoriska rörelsen som skedde under tuggcykeln kunde följas i 3D. Z-värdet höll sig relativt stabilt under hela tuggcykeln. För exempel på hur käkens rörelse längs de olika axlarna kunde utläsas i diagrammet se figur 9.

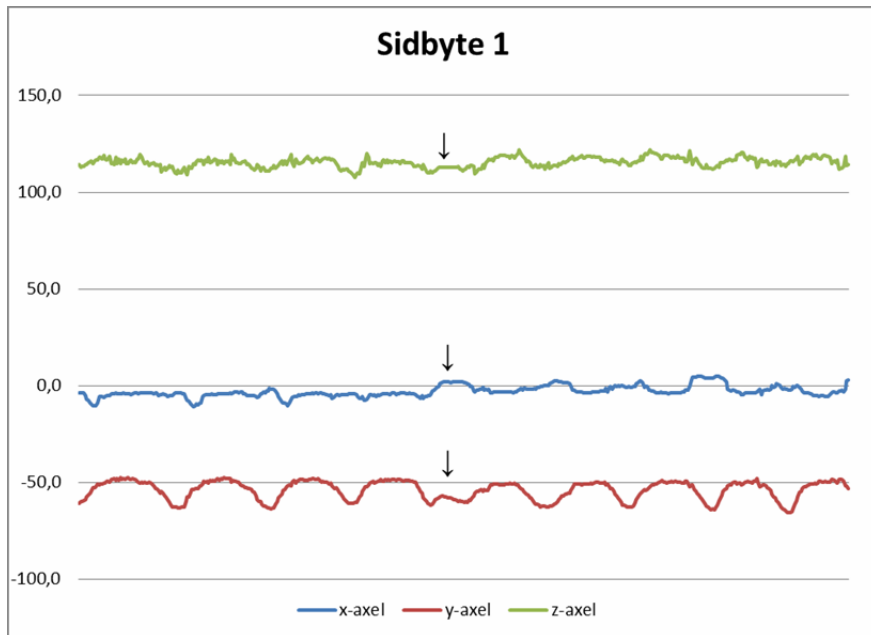
Det förekom dock ett fåtal deltagare som hade ett tuggmönster som på olika sätt avvек från det typiska mönstret.

I de tuggcykler som studerades förekom sju exempel på tydliga sidbyten. Sidbyten syntes tydligast i x-led, men rörelser som var en del av eller en effekt av sidbytet kunde i vissa fall utläsas också i y- och z-led. Kurvan längs x-axeln då vaxet tuggas på höger sida rörde sig från mittlinjen och nedåt, strax före hopbitning. Vid tuggning på vänster sida rörde sig istället kurvan från mittlinjen och uppåt precis innan det ocklusala stadiet. Bland de sidbyten som analyserades närmre fanns variation i mönstret för rörelse längs x-, y-, och z-axeln. I vissa fall övergick endast rörelsen längs x-axeln från att gå från ena sidan till den andra, som i figur 10. Några exempel fanns där ökad aktivitet i form av större rörelser åt båda håll förekom under några tuggcykler för att sedan stabiliseras i ny tuggriktning, se figur 11. Det är då svårare att utläsa exakt var sidbytet sker. I y-led kunde sidbyte synas som en extra liten vågrörelse i det vågformade tuggmönster som annars höll sig relativt stabilt. Den tuggcykel sidbytet skedde i hade ofta något längre duration. Se figur 10 och 11. En sådan kurva med ändringar endast i y-led, utan någon

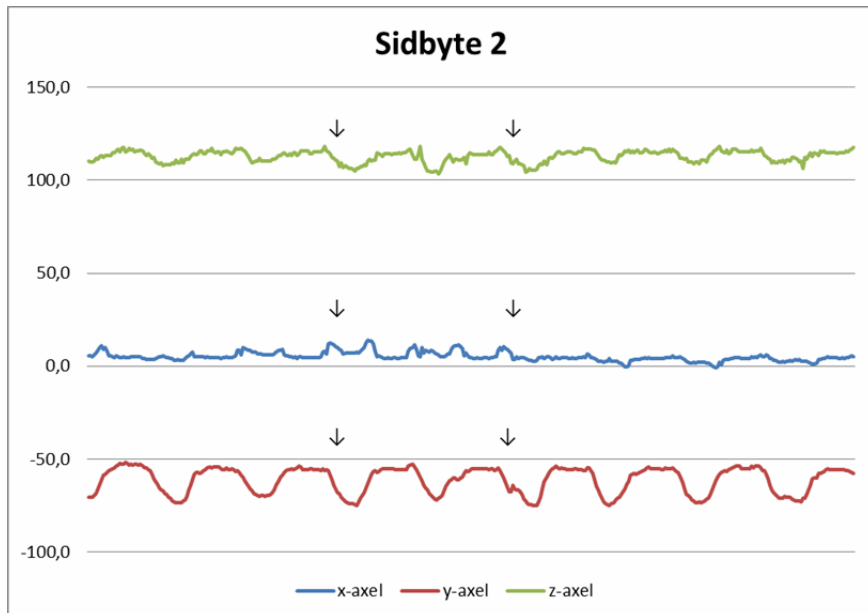
påverkan på x-axeln, indikerar inte ett sidbyte utan kan vara exempelvis en sväljning. I z-led märktes i de flesta fall sidbytet inte alls, men vid ett sidbyte med mer instabilt mönster tenderade även z-ledet att påverkas och rörelsemönstret bli mer instabilt.



Figur 9. Exempel från deltagare 11. Pilarna visar hur rörelsen under en tuggcykel ser ut för x-, y- och z-axeln i ett diagram. ○: öppen fas, ●: slutningsfas, x: sluten fas. Då y-axelns värde ökar stängs käken. Då x-axelns värde ökar sker en rörelse åt höger. Då z-värdet ökar sker en framåtrörelse i käken. Översta kurvan visar rörelsen längs z-axeln, kurvan i mitten visar rörelsen längs x-axeln och kurvan längst ner visar rörelsen längs y-axeln.



Figur 10. Exempel från deltagare 40. Figuren visar hur sidbytet kan se ut i diagrammet. Pilarna visar var sidbytet sker. Längs x-axeln kan tydligt utläsas hur den rotatoriska rörelsen sker på olika sidor om lodlinjen före och efter bytet. Översta kurvan visar rörelsen längs z-axeln, kurvan i mitten visar rörelsen längs x-axeln och kurvan längst ner visar rörelsen längs y-axeln.

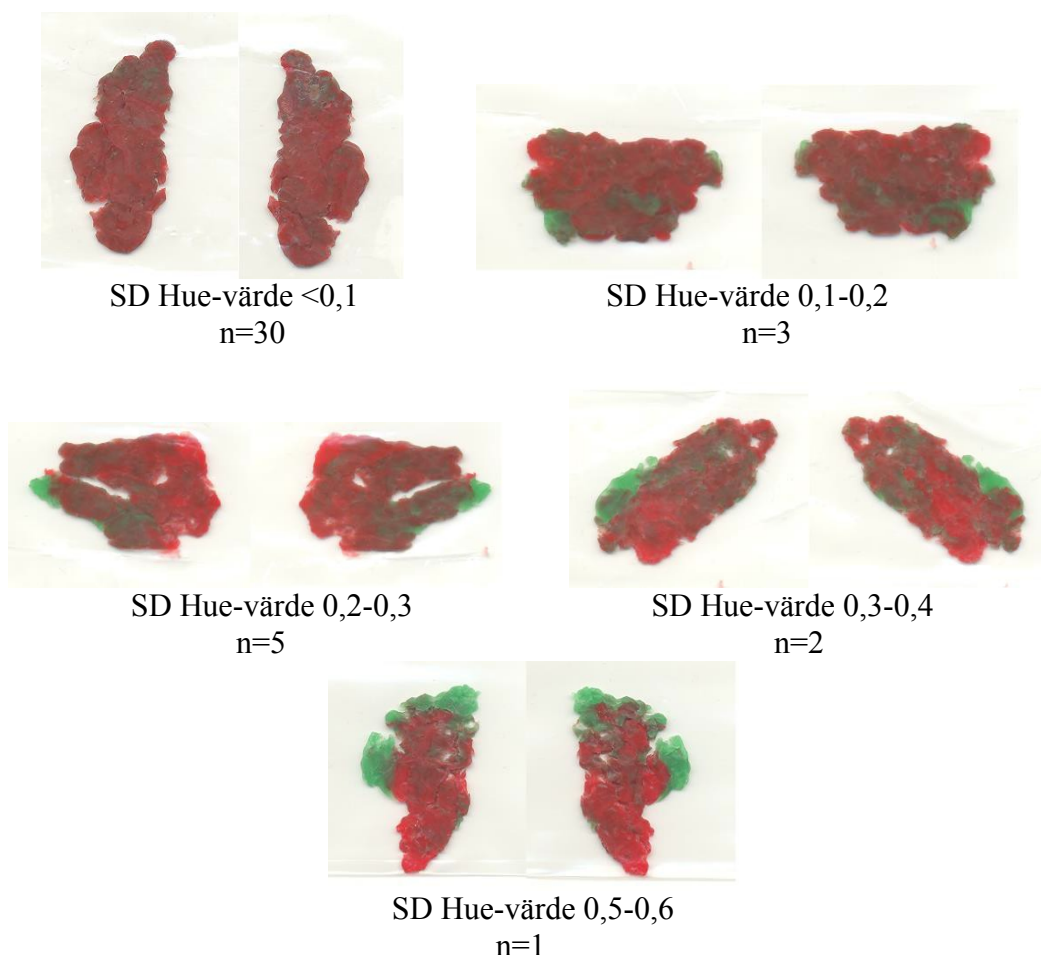


Figur 11. Exempel från deltagare 23. Figuren visar hur ett sidbyte kan se ut i diagrammet. Sidbytet sker i området mellan pilarna. Översta kurvan visar rörelsen längs z-axeln, kurvan i mitten visar rörelsen längs x-axeln och kurvan längst ner visar rörelsen längs y-axeln.

Tuggeffektivitet

Medelvärdet för SD Hue bland deltagarna var 0,1. Minimumvärdet var 0,01 och maximumvärdet var 0,57. Ett lågt SD Hue-värde ger en högre tuggeffektivitet. Trettio deltagare hade ett värde under 0,1 tre deltagare ett värde mellan 0,1-0,2, fem deltagare ett värde mellan 0,2-0,3, två deltagare ett värde mellan 0,3-0,4 och en deltagare ett värde mellan 0,5-0,6. Se figur 12 för exempel. De allra flesta deltagarna blandade alltså vaxet väl efter 30 tuggningar. Det fanns dock några deltagare som hade behövt tugga vaxet fler gånger.

Vid perceptuell analys av de fotograferade vaxbitarna, både innan och efter utkavling bedömdes att fem deltagare hade tuggat sitt vax mindre effektivt än övriga deltagare. Vid analys med Viewgum hade dessa deltagare ett resultat över 0,2 på SD Hue. Ytterligare tre deltagare hade ett resultat över 0,2 vid analys med Viewgum. Tre deltagare spottade ut en stor tuggad vaxbit och flera små oblandade delar som troligtvis fastnat i tänderna. Av dem hade två personer ett SD Hue-värde över 0,2.



Figur 12. Exempel på utkavlat vax med olika värde för SD Hue. Lägre värde=högre tuggeffektivitet. Värdena är inte inverterade.

Diskussion

I förliggande studie har normaldata för mätning av tugg rörelser med SmartEye MME tagits fram. Medelvärden och standardavvikelser för 41 personer utan orofaciala funktionsnedsättningar har redovisats avseende käkens rörelseomfång längs x-, y- och z-axeln, samt medelvärde för hur lång tid en genomsnittlig tuggcykel tar. SmartEye MME visade vid testning av inter- och intrabedömarreabilitet på hög överensstämmelse vilket innebär att det är ett reliabelt instrument som är säkert att använda vid bedömning av käkrörelser. Regressionsanalys visade tendens till att x- och y-axelns omfång påverkade effektiviteten genom att ju större omfång desto mer effektiv tuggning. Denna tendens var signifikant för omfånget längs x-axeln, men inte för y-axeln. Tydliga mönster för hur käken rörde sig under en tuggcykel kunde utläsas med hjälp av värden från 3D videoanalys. Även tuggsida samt sidbyte kunde utläsas.

Tydligt mönster för hur käkens rörelse vid tuggning ser ut kan utläsas i diagrammet som skapades för varje loggfil. Hos de allra flesta deltagare i föreliggande studie kan ett liknande mönster utläsas, vilket presenteras i resultatdelen. En del deltagare hade dock ett annorlunda mönster under några eller flera cykler vilket indikerar att tuggmönster kan skilja sig åt inom normalpopulationen.

Föreliggande studie visar att samband mellan tuggmönster och tugg effektivitet verkar föreligga, då käkens uppmätta rörelseomfång längs x-axeln har ett svagt men signifikant samband med den uppmätta tugg effektiviteten. Även för rörelse längs y-axeln fanns ett svagt samband som låg precis över den satta signifikansnivån. För att få säkrare resultat och för att stärka kunskapen om hur stor del i tugg effektiviteten käkens rörelseomfång har skulle betydligt fler deltagare behövas. Resultaten i föreliggande studie kan endast ses som en tendens. Värdet för R^2 visar att sambandet mellan tugg effektivitet och rörelse längs både längs x-, och y-axeln är svagt. Detta var väntat, då det finns variabler som påverkar tuggning som inte har undersökts i föreliggande studie. Omfång längs de olika axlarna kan inte som ensamma variabler förklara tugg effektiviteten. Omfång längs x-axeln har i tidigare studier kallats bimodalitet eller lateral amplitud. Korrelation fanns mellan denna variabel och tugg effektivitet i en studie av Wilding och Lewin (1994). I andra studier har korrelation mellan dessa variabler dock inte varit signifikant (Yoshida et al., 2007; Komagamine et al., 2011). I föreliggande studie fanns ingen korrelation mellan durationen för en tuggcykel och tuggningens effektivitet, vilket motsäger resultatet från studier där signifikant samband fanns mellan dessa variabler (Ow et al., 1998; Yoshida et al., 2007). Det finns dock studier som liksom föreliggande studie inte finner detta samband (Wilding & Lewin, 1994; Komagamine et al., 2011).

Vad som gjorde att spårningen av de markerade positionerna släppte för vissa deltagare är svårt att uttala sig om. Trots att ett antal deltagare kunde vara med i studien trots extremvärden uteslöts nio personer på grund av allt för mycket extremvärden vid spårning, två personer på grund av tekniska missöden och en deltagare på grund av en medicinsk diagnos. Detta bortfall kan möjligen ha påverkat resultatet. Den statistiska säkerheten i studien hade troligtvis varit starkare med 53 deltagare istället för 41.

I de fall extremvärden tagits bort men deltagarens data fortfarande räknades in i studien varade de under en så kort tid (oftast $<0,1$ sek) att det inte förväntades påverka resultatet. I enstaka fall påverkades dock en längre del av en tuggcykel. Resultatet kan ha påverkats något av utrensningen av extremvärden, då käkens faktiska position inte följts under hela tuggsekvensen. För att undvika påverkan på tuggcykelns omfång behölls i största möjliga mån kurvans högsta och lägsta punkt då extremvärden togs bort. Hade andra variabler som exempelvis riktning eller vinkel undersökts hade analysen varit mer känslig för extremvärden. Ett antal av de deltagare vars resultat nu använts på grund av att tuggcykelns duration samt minsta och högsta värde tydligt framkommit hade då troligen fått uteslutas. Vad som gjorde att spårningen av de markerade positionerna släppte för vissa deltagare är svårt att uttala sig om. Det kan bero på inställningen av kamerorna i förhållande till deltagarens ansikte samt avståndet mellan olika punkter i deltagarens ansikte. Det är angeläget att utveckla SmartEye MME ytterligare för att uppnå säkrare spårning av positionerna.

Även om miljön under testningen var relativt lika mellan deltagarna föreligger risk att olika faktorer under testsituationen kan ha påverkat deltagarens prestation. Vid ett tillfälle då barn fanns med i rummet märktes viss brist på koncentration hos föräldern vars uppmärksamhet slets mellan barnet och uppgiften. Många av deltagarna var nära vänner till författarna, vilket kan ha påverkat situationen något vid bedömning med NOT-S.

Deltagarnas tuggfunktion mättes i en situation som är konstlad jämfört med då tuggning vanligen utförs. I en mer vanlig situation hade deltagaren troligtvis inte funderat speciellt mycket över sin tuggning. Testsituationen kan ha gjort att deltagarna började fundera över hur de tuggade vilket kan resulterat i att de tuggade annorlunda. Deltagaren räknade själv sina tuggor och vid några tillfällen framkom vid slutet av de trettio tuggorna en osäkerhet över hur många tuggor som genomförts. Detta skulle kunna ha påverkat tempot genom en minskning av hastigheten under de sista tuggorna. Eftersom de mittersta tuggorna var de som användes vid analys påverkar detta dock troligtvis inte resultatet.

Enligt en studie av Farias Gomes et al. (2010) gör hårdare tuggmaterial såsom silikonkub att tuggningen i högre grad sker bilateralt. När konstgjorda sammanhängande material, såsom tugggummi används blir tuggningen oftare unilateral jämfört med vid tuggning av ett hårdare gummibaserat material. Gomes menar att eftersom Wilding och Lewin, (1994) rapporterat att bilateral tuggning ger högre effektivitet i tuggningen är det bättre att använda hårdare material vid testning av tuggfunktion. Minato et al (2009) visade att personer som tuggar bilateralt presenterar mer tungaktivitet än personer som tuggar unilateralt. Det verkar som att mat som kräver fler tuggningar för att processas rörs runt mer i munnen vilket ger bättre tuggning och manipulation. Vaxet kan i princip bara tuggas unilateralt med sidbyten vilket borde påverka tugg rörelsen. En annan studie kommer dock fram till att förmågan att tugga tvåfärgat vax är mer relaterad till förmågan att äta spröd mat, som jordnötter snarare än förmågan att äta elastisk mat, som gelégodis. Olika tuggtest mäter olika aspekter av tuggförmågan (Sagiura, Fueki & Igarashi 2009). Vid användning av tuggmaterial med annan konsistens eller storlek skulle normaldata med MME troligen se annorlunda ut. När deltagarna tuggade vaxet visste de om att de inte skulle avsluta tuggningen med sväljning. Tuggningen var i det

här fallet inte en förberedelsefas inför sväljning, vaxet skulle tuggas och spottas ut som ett tuggummi. Möjligen hade deltagarna tuggat mer bilateralt och delat upp vaxet i mindre bitar om de förberedde en bolus som skulle sväljas.

I inledningen beskrivs ett antal variabler vilka i tidigare studier korrelerat med tugg effektivitet som utelämnas från analys på grund av de inte rymdes inom ramarna för föreliggande studie. Det finns också variabler av vikt för tugg effektivitet som inte kan undersökas med hjälp av 3D videoanalys. Tungans sensorik är kopplad till centrala nervsystemet och kan signifikant relateras till den centrala funktion som också styr tuggningen (Minato et al., 2009). Det finns en nära länk mellan tuggmusklernas aktivitet och tungrörelser under tuggning. Tungan och kindernas rörelser har en viktig roll i att placera bolus rätt på tuggytan. Tungaktivitet är ett exempel på en variabel som inte tas i beräkning i föreliggande studie då den ej kan spåras i testning med MME. Tandstatus och bett är andra exempel på faktorer som kan påverka tuggning. I föreliggande studie har kontroll genomförts för att förhindra att orofaciala funktionsnedsättningar och uttalade bettavvikelser ska påverka resultatet. Den deltagare som hade tre poäng på NOT-S, vilket är ett något sämre resultat än normen tuggade effektivt och med omfång inom normen. Däremot hade den deltagare som stack ut med 0,57 i SD Hue samt hade lågt omfång längs y-axeln men låg över medel gällande omfång längs x-axeln noll poäng på NOT-S. Vid en dysfagiutredning bör det därmed finnas ett stort värde i att inte bara bedöma oralmotorik och sväljfunktion, utan även tuggmönster och tugg effektivitet.

De små vaxbitar som fastnade i några av deltagarnas tänder och därmed inte användes vid analys bedömdes vara en så pass liten del av vaxmängden att det inte skulle komma att påverka resultatet. Det är tänkbart att vaxbitar som fastnat i tänderna senare lossnat och åter tuggats tillsammans med vaxmassan som analyserades. Det går då inte att garantera att allt vax verkligen blivit tuggat trettio gånger vilket bör finnas i åtanke vid analys. Då enstaka deltagare spottade ut vaxet i flera större delar som av testledarna sattes ihop till en större del bedömdes att detta inte skulle påverka resultatet. Vaxet har troligtvis tuggats lika väl även om det inte har tuggats i en enhetlig bit. Två av tre personer som spottade ut vaxet med flera små otuggade vaxbitar som togs bort hade ett SD Hue-värde över 0,2. Det går inte att dra några slutsatser utifrån detta men det hade dock varit av intresse att veta varför vaxet fastnade i vissa deltagares tänder men inte i andras. Kanske finns samband mellan tungans rörlighet och förmåga att rensa och samla ihop vaxet i munnen. Då författarna eftersträvade så naturlig tuggning som möjligt gavs inga instruktioner om att vaxet skulle tuggas som en enhetlig bit vilket också gör det svårt att dra slutsatser om deltagarnas förmåga att hålla ihop vaxbiten.

Efter tuggning analyserades vaxet med mjukvaran Viewgum. I en tidigare studie har tvåfärgat tuggummi använts vid analys med Viewgum (Halazonetis et al., 2013). I föreliggande studie användes tvåfärgat vax på grund av att färgämnen i det tvåfärgade tuggummit inte är godkända i Sverige. De normaldata som finns för Viewgum är framtagna från personer som tuggat på det tvåfärgade tuggummit. Eftersom vaxet har annan konsistens och har andra färgnyanser är resultaten inte jämförbara med tidigare normering för Viewgum, även om de kan ge vägledning i om tugg effektiviteten är bättre eller sämre.

I föreliggande studie har normvärden för Viewgum vid 30 tuggcykler hos unga vuxna tagits fram. Jämförelser med tidigare normering av programvaran kan inte göras, men värden från föreliggande studie kommer i framtiden kunna användas som normvärden för unga vuxna för trettio tuggningar med Viewgum som analysmetod. Denna normering var inte del av syftet med föreliggande studie, och behöver utvecklas ytterligare, till exempel genom att undersöka resultat från olika antal tuggcyklar. I tidigare studier har det föreslagits att 20 cykler är att rekommendera vid analys av tvåfärgat tugggummi med hjälp av Viewgum (Schimmel et al., 2007). I studien har det alltså tuggats fler gånger än vad som rekommenderas då Viewgum används för analys med tugggummi. Dock finns en skillnad i konsistens mellan tugggummi och vax som kan påverka, vilket borde tala för att några fler än 20 tuggningar av vaxet skulle kunna vara exemplariskt för att kunna se variationen i tuggeffektivitet.

3D videoanalys kan användas kliniskt, då systemet är portabelt och förhållandevis användarvänligt. Undersökningen går snabbt att genomföra men efterarbetet är tidskrävande och utrustningen är kostsam. För att utföra bedömning med programmet krävs också träning och viss teknisk kunskap. Troligen kommer de normeringsvärden och data som tagits fram i föreliggande studie främst användas i forskning som i sin tur kommer att vara värdefull för klinisk verksamhet. Föreliggande studie har bidragit till kunskap om hur normala värden i Viewgum för 30 tuggningar ser ut då vax används. Analys med Viewgum av tvåfärgat vax går snabbt och är förhållandevis enkel att genomföra, detta gör det till ett användbart verktyg för att bedöma tuggeffektivitet i klinisk verksamhet.

Trots att vissa deltagare inte hade tuggat vaxet lika effektivt som större delen av gruppen efter trettio tuggningar betyder inte det att de har nedsatt tuggfunktion. Inom normalvariationen finns skillnader i tuggeffektivitet genom att vissa individer behöver tugga fler gånger än andra före sväljning (Woda et al., 2009; Woda et al., 2011). I föreliggande studie undersöks hur dessa skillnader i effektivitet kan se ut i vissa parametrar i SmartEye MME. Det är dock inte tuggning inom normalpopulationen som i fortsättningen är mest intressant att studera då många sådana studier redan genomförts, utan skillnader mellan normalpopulation och individer med en nedsatt orofacial funktion. Resultat från föreliggande studie kan användas som normvärden för framtida studier av tuggning hos vuxna personer med nedsatt orofacial funktion, vilket litteratursökning visar är ett område som inte är väl beforskat. Något som skulle vara intressant att undersöka vidare är den koppling mellan tuggfunktion och diadochokinesi Kikutani m.fl. (2009) fann hos äldre patienter med avsaknad av bakre tuggkontakt. Eftersom både läpprörelser och tuggrörelser kan mätas med hjälp av SmartEye MME, borde metoden kunna användas även för att undersöka vissa aspekter av diadochokinesi. Studier av tuggning hos olika patientgrupper kan genomföras med hjälp av SmartEye MME för att bidra till djupare kunskap om funktion och behandlingsmetoder.

I föreliggande studie ses en tendens till svagt samband mellan käkens rörelseomfång längs x-axeln och y-axeln och tuggeffektivitet. Fler faktorer är dock viktiga för en väl fungerande tuggning. Tuggmönster kan påverka tuggeffektiviteten även hos individer där oralmotorik inte ger utslag vid undersökning. Författarna föreslår därför att olika aspekter av tuggning undersöks vid dysfagiutredning.

I föreliggande studie har SmartEye MME konstaterats vara en reliabel metod för att mäta käkrörelser vid tuggning. De normaldata som tagits fram genom mätning av tugg rörelser med SmartEye MME kommer i framtiden att kunna användas som normvärden i forskning om tuggfunktion hos vuxna patienter med orofaciala funktionsnedsättningar.

Referenser

- Bakke, M., Bergendal, B., McAllister, A., Sjögreen, L., & Åsten, P. (2007) Development and evaluation of a comprehensive screening for orofacial dysfunction. *Swedish Dental Journal*, 31, 75-84.
- Farias Gomes, S. G., Custodio, W., Moura Jufer, J. S., Del bel Cury, A. A., & Rodrigues Garcia, R. C. M. (2010). Correlation of Mastication and Masticatory Movements and Effect of Chewing Side Preference. *Brazilian Dental Journal*, 21(4), 351-355.
- Halazonetis, D. J., Schimmel, M., Antonarakis, G. S., & Christou, P. (2013). Novel software for quantitative evaluation and graphical representation of masticatory efficiency. *Journal of Oral Rehabilitation*, 40, 329-335. doi: 10.1111/joor.12043
- Hiimae, K. M., & Palmer, J. B. (1999) Food transport and bolus formation during complete feeding sequences on foods of different initial consistency. *Dysphagia*, 14, 31-42.
- Hung H-C., Colditz G., & Joshipura K. J. (2005). The association between tooth loss and the self-reported intake of selected CVD-related nutrients and foods among US women. *Community Dent Oral Epidemiol*, 33, 167-173.
- Kamiyama, M., Kanazawa, M., Fujinami, Y., & Minakuchi, S. (2010) Validity and reliability of a Self-Implementable method to evaluate masticatory performance: Use of color-changeable chewing gum and a color scale. *Journal of Prosthodontic Research*, 54, 24-28. doi:10.1016/j.jpor.2009.08.001
- Kikutani, T., Tamura, F., Nishiwaki, K., Kodama, M., Suda, M., Fukui, T., Takahashi, N., Yoshida, M., Akagawa, Y., & Kimura, M. (2009) Oral motor function and masticatory performance in the community-dwelling elderly. *Odontology*, 97, 38-42. doi: 10.1007/s10266-008-0094-z
- Komagamine, Y., Kanazawa, M., Minakuchi, S., Uchida, T., & Sasaki, Y. (2011). Association between masticatory performance using a color-changeable chewing gum and jaw movement. *Journal of Oral Rehabilitation*, 38, 555-563. doi: 10.1111/j.1365-2842.2011.02204.x
- Liedberg, B., Ekberg, O., & Öwall, B. (1991). Chewing and the Dimension of the Pharyngoesophageal Segment. *Dysphagia*, 6, 214-218.
- Mann, T., Heuberger, R., & Wong, H. (2013). The association between chewing and swallowing difficulties and nutritional status in older adults. *Australian Dental Journal*, 58, 200-206. doi: 10.1111/adj.12064
- Minato, A., Ono, T., Miyamoto, J. J., Honda, E., Kurabayashi, T., & Moriyama, K. (2009). Preferred chewing side-dependent two-point discrimination and cortical activation pattern of tactile tongue sensation. *Behavioural Brain Research*, 203, 118-126.

- Mioche, L., Hiiemae, M., & Palmer, J.B. (2002) A postero-anterior videofluorographic study of the intra-oral management of food in man. *Archives of Oral Biology*, 47, 267-280. doi:10.1016/S0003-9969(02)00007-9
- Ow, R. K. K., Carlsson, G. E., & Karlsson, S. (1998). Relationship of masticatory mandibular movements to masticatory performance of dentate adults: a method study. *Journal of Oral Rehabilitation*, 25;11, 821-829. doi: 10.1046/j.1365-2842.1998.00325.x
- Prinz, J. F. (1999). Quantitative evaluation of the effect of bolus size and number of chewing strokes on the intra-oral mixing of a two-colour chewing gum. *Journal of Oral Rehabilitation*, 26, 243-247.
- Sagiura, T., Fueki, K., & Igarashi, Y. (2009). Comparisons between a mixing ability test and masticatory performance tests using a brittle or an elastic test food. *Journal of Oral Rehabilitation*, 36, 159-167. doi: 10.1111/j.1365-2842.2008.01917.x
- Saladin, K. S. (2007). *Anatomy & Physiology : the unity of form and function (4:e upplagan)*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Sato, S., Fueki, K., Sato, H., Sueda, S., Shiozaki, T., Kato, M., & Ohyama, T. (2003). Validity and reliability of a newly developed method for evaluating masticatory function using discriminant analysis. *Journal of Oral Rehabilitation*, 30, 145-151. doi: 10.1046/j.1365-2842.2003.01050.x
- Sheiham, A., & Steele, J. (2001). Does the condition of the mouth and teeth affect the ability to eat certain foods, nutrient and dietary intake and nutritional status amongst older people? *Public Health Nutrition*, 4(3), 797-803. doi: 10.1079/PHN2000116
- Schimmel, M., Christou, P., Herrmann, F., & Müller, F. (2007). A two-colour chewing gum test for masticatory efficiency: development of different assessment methods. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34, 671-678. doi: 10.1111/j.1365-2842.2007.01773.x
- Seeley, R. R., Stephens, T. D., & Tate, P. (2008). *Anatomy & Physiology (8:onde upplagan)*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Sjögreen, L., & Kiliaridis, S. (2012) Facial palsy in individuals with thalidomide embryopathy: frequency and characteristics. *The Journal of Laryngology & Otology*, 126, 902-906. doi: 10.1017/S0022215112001429
- Sjögreen, L., Lohmander, A., & Kiliaridis, S. (2011). Exploring quantitative methods for evaluation of lip function. *Journal of Oral Rehabilitation*, Jun;38(6), 410-22. doi: 10.1111/j.1365-2842.2010.02168.x Epub 2010 Oct 23.
- Slagter, AP., Olthopp, L.W., Bosman, F. & Steen, W. H. A. (1992). Masticatory ability, denture quality, and oral conditions in edentulous subjects. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 68(2), 299-307.
- Van der Bilt, A., Engelen, L., Periera, L. J., van der Glas, H. W., & Abbink, J. H. (2006). Oral physiology and mastication. *Psychology & Behavior*, 89, 22-27, doi: 10.1016/j.physbeh.2006.01.025
- Wilding, R. C. J., & Lewin, A. (1994). The determination of optimal human jaw movements based on their association with chewing performance. *Archives of Oral Biology*, 39;4, 333-343. Hämtad från: [http://dx.doi.org.ezproxy.ub.gu.se/10.1016/0003-9969\(94\)90125-2](http://dx.doi.org.ezproxy.ub.gu.se/10.1016/0003-9969(94)90125-2)
- Woda, A., Hennequin, M., & Peyron, M.A. (2011). Mastication in humans: finding a rationale. *Journal of Oral rehabilitation*, 38, 781-784. doi: 10.1111/j.1365-2842.2011.02235.x

- Woda, A., Nicolas, E., Mishellany-Dutour, A., Hennequin, M., Mazille, M. N., Veyrune, J. L., & Peyron, M. A. (2009). The Masticatory Normative Indicator. *Journal of dental research*, 83, 578-582. doi: 10.1177/002203450935702
- Yoshida, E., Fueki, K., & Igarashi, Y. (2007) Association between food mixing ability and mandibular movements during chewing of a wax cube. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34, 791-799. doi: 10.1111/j.1365-2842.2007.01743.x