

# RESONANSRÖRSMETODEN – AKTUELL FORSKNING PÅ RÖSTTRÄNING MED RÖR NEDSÄNKTA I VATTEN

Greta Wistbacka, Åbo Akademi

Resonansrörsmetoden, eller *resonance tube phonation with the free end in water (RTPW)* är en röstträning där patienten fonerar genom ett glasrör vars fria ände är nedsänkt i en skål med vatten. Metoden har använts av talterapeuter i Finland under lång tid, och har på senare år börjat väcka intresse även utanför Finlands gränser. Syftet med föreliggande artikel är att ge en översikt på aktuell forskning på resonansrörsmetoden, med fokus på metodens fysikaliska principer. Kunskapen om dessa principer och metodens fysiologiska påverkan är i dagsläget låg och mer forskning behövs för att man ska kunna fastställa dess effekter på röstbildningen. Vissa positiva resultat har rapporterats angående förbättringar i röstkvalitet.

**Nyckelord:** mottryck, resonansrör, röstbehandling

## INTRODUKTION

Röstövningar där man skapar olika förträngningar i eller förlängningar av ansatsröret, så kallade semi-occluded vocal tract exercises (SOVTE), används mycket i talterapeutisk röstbehandling och röstträning internationellt. Olika former av SOVTE är till exempel läpp- och tungvibrationer eller att fonera genom någon form av rör.

Röstbehandling med den så kallade resonansrörsmetoden, eller *resonance tube phonation with the free end in water (RTPW)* har använts av talterapeuter i Finland i över 50 år. Metoden går ut på att patienten fonerar genom ett glasrör vars fria rörände är nedsänkt några cm i en skål med vatten (Laukkanen,

1995; Simberg & Laine, 2007; Sovijärvi, 1965). Metoden introducerades på 1960-talet av Sovijärvi (1965, 1969) som använde den som en träning för barn med hypernasalisering. Snart började han även använda metoden med sångare med röstproblem. Han prövade ut olika diametrar och längder på rören, och kom fram till specifika rekommendationer beroende på röstkategori och ålder (Sovijärvi, 1965, 1969). Metoden används i talterapeutisk röstbehandling (Simberg & Laine, 2007) och har börjat användas mer och mer internationellt under det senaste decenniet. Under de senaste åren har metoden, och i synnerhet vattnets funktion i träningen, väckt ett allt större intresse även hos forskare (se t.ex. Amarante Andrade m.fl. under tryckning; Enflo, Sundberg, Romedahl & McAllister, 2013; Granqvist m.fl., under tryckning; Mazzer Paes, Zambon, Yamasaki, Simberg & Behlau, 2013; Wistbacka, Sundberg & Simberg, under tryckning).

Syftet med den här artikeln är att ge en översikt på det aktuella forskningsläget kring

Skribentens kontaktuppgifter:

Greta Wistbacka

FM, talterapeut

Doktorand i logopedi, Åbo Akademi

Fabriksgratan 2

20500 Åbo

+46-73-5130317

greta.wistbacka@abo.fi

RTPW. I den här artikeln används termen ”rörfonation” som ett samlingsnamn för röstträning med fonation genom rör vars fria ände hålls i luften. Termen ”RTPW” används för röstträning med fonation genom glasrör vars fria ände är nedsänkt i vatten enligt Sovjjarvis (1965; 1969) rekommendationer för rörlängd och diameter.

## RÖRFONATION – RÖSTTRÄNING MED RÖR VARS FRIA ÄNDE HÅLLS I LUFT

Rör som hjälpmedel vid röstträning har undersökts teoretiskt med hjälp av bl.a. datasimuleringar och matematiska modeller av förändringar i ansatsröret (se bl.a. Story, Laukkanen & Titze, 2000; Titze, 2006; Titze & Laukkanen, 2007), och praktiskt med mätningar av direkt fysiologisk påverkan (se bl.a. Gaskill & Quinney, 2012; Guzman, Laukkanen, Krupa, Horáček, Švec, Geneid, 2013; Laukkanen, 1995; Laukkanen, Horáček, Krupa & Švec, 2012; Maxfield, Titze, Hunter & Kapsner-Smith, 2015; Titze, Finnegan, Laukkanen & Jaiswal, 2002). Teoretiska resultat som presenterats har bland andra varit att rörfonation sänker första formanten (Story m.fl., 2000; Titze & Laukkanen, 2007) samt höjer det supra- och intraglottala trycket (Titze, 2006). Baserat på de resultaten föreslog forskarna att röstträning med rör kan främja ekonomisk röstproduktion, i synnerhet om träningen utförs parallellt med en lätt eller måttlig förträngning av larynx-tuben (Titze, 2006; Titze & Laukkanen, 2007). Resultaten av de mer praktiska studierna med fokus på fysiologisk påverkan har visat bland annat att rörfonation kan leda till en minskad risk för pressad röst vid höga lungvolym (Titze m.fl., 2002), effektivare slutning av velum (Guzman, Laukkanen m.fl. 2013; Vampola, Laukkanen, Horáček & Švec, 2011), sänk-

ning av den vertikala struphuvudspositionen och ökad svalgvolymer (Guzman, Laukkanen m.fl, 2013) samt förändringar i stämbandsvibrationsens kontaktkvot (Gaskill & Quinney, 2012; Guzman, Rubin m.fl, 2013).

Både rörlängder och -diametrar varierar i de studier som gjorts på rörfonation, och deltagarantalet i studierna är generellt låga. Titze m.fl. (2002) undersökte förhållandet mellan lufttryck och -flöde i sju olika rör av olika diameter och längd. Undersökningen utfördes genom att koppla rören till en flödesgivare. Resultaten visade att en smal rördiameter genererade ett högre medeltryck för ett givet flöde än vad en större diameter gjorde. Amarante Andrade m.fl (under tryckning) gjorde nyligen en liknande undersökning, men med mer kontrollerade rörlängder och diametrar. Man undersökte fem rör av samma längd (10 cm) men med olika diametrar, fem rör av olika längd men med samma diameter (5 mm) samt ett 26 cm långt, 9 mm i diameter, resonansrör i glas och en 35 cm lång, 10 mm i diameter, silikon slang. Studien utfördes med hjälp av en flödesdriven ansatsrörssimulator som man kopplade till de olika rören. Resultaten bekräftade resultaten i studien av Titze m.fl. (2002), och visade att en viss procentuell förändring i rördiametern påverkar trycket för ett givet flöde i större utsträckning än vad motsvarande procentuella förändring i rörlängd gör, och att en smal diameter genererar ett högre tryck för ett givet flöde än vad en större diameter gör.

## RTPW – RÖRFONATION MED DEN FRIA RÖRÄNDE NEDSÄNKT I VATTEN

I studien av Amarante Andrade m.fl. (under tryckning) undersöktes också tryck-flödesrelationen för ett resonansrör (26 cm långt, 9 mm i diameter) (Sovjjarvi, 1965) och en silikon slang (35 cm lång, 10 mm i diameter)

som sänktes ner i vatten på sju olika djup, 1–7 cm. Resultaten visade att tryckökningen vid ökande flöde för de grova rören i luften var generellt låg, men att vattendjupet var avgörande för hur högt trycket bör vara för att flödet överhuvudtaget ska kunna starta. Vid ett vattendjup på 1 cm behövde trycket vara ungefär 1 cmH<sub>2</sub>O och på ett vattendjup på 5 cm behövde trycket vara ungefär 5 cm H<sub>2</sub>O. Ett ökat flöde gav sedan en lätt tryckökning, men inte lika stor ökning som de smalare rören genererade i fri luft.

Bubblorna som bildas vid RTPW ger ett modulerat mottryck (Granqvist m.fl., under tryckning). Röstpatienter som använt resonansrörsmetoden har rapporterat att träningen känns avslappnande och som en slags massage i struphuvudet (Simberg & Laine, 2007). I en studie av Granqvist m.fl. (under tryckning) undersöktes tryckmoduleringarna hos två deltagare vid RTPW på två olika djup. Resultaten visade att tryckmodulationen verkade återspeglas direkt på stämbandsvågen samt skapa en lätt modulering på grundtonen. Forskarna mätte även bubbelfrekvensen via tryckmoduleringarna, vilka visade att bubbelfrekvensen tenderade att minska med ökat vattendjup. Wistbacka m.fl. (under tryckning) mätte också bubbelfrekvenser via tryckmodulationerna för två försökspersoner vid RTPW på olika djup och rapporterade liknande, dock inte identiska, resultat. I båda studierna var luftflödet okänt.

Ett huvudsyfte med RTPW var enligt Sovijärvi (1969) att sänka den vertikala struphuvudspositionen. Guzman, Castro m.fl. (2013) undersökte förändringar i struphuvudsposition vid rörfonation i vatten med ett 20 cm långt rör, 6 mm i diameter. Deltagarna utförde övningen samtidigt som deras struphuvuden filmades med nasofiberoskopi, och förändringarna i struphuvudspositionen bedömdes visuellt av tre erfarna foniatrikar med hjälp av en femgradig skala.

Resultaten visade att struphuvudet sjönk under rörfonation i vatten, och att sänkningen var som störst vid stora vattendjup. I en pilotstudie av Wistbacka m.fl. (under tryckning) undersöktes användningen av tvåkanals-elektroglottografi för att mäta förändringar i struphuvudspositionen vid RTPW. För de två deltagarna i studien sjönk struphuvudet under RTPW i jämförelse med normal fonation, och förändringen verkade bli större vid större vattendjup. Huvudsyftet med studien var att testa forskningsmetoden, så även om resultaten indikerade att RTPW sänkte struphuvudet så bör resultaten tolkas med försiktighet.

Det har gjorts några studier om rösteffekter av RTPW. Enflo m.fl. (2013) undersökte fonations- och kollisionströskeltrycket hos röstfriska sångare. Resultaten visade signifikant ökning av kollisionströskeltrycket efter träning med RTPW hos deltagarna. Inga signifikanta skillnader på fonationströskeltrycket noterades. Deltagarnas röster före och efter övningen bedömdes även perceptuellt av expertlyssnare. Resultatet visade på en svag övervikt för bättre röstkvalitet efter RTPW, men det framgår inte om skillnaden var signifikant. Mazzer-Paes m.fl. (2013) undersökte skillnader i röstkvaliteten före och omedelbart efter träning med RTPW hos kvinnor med hyperfunktionella röster. I den här studien bedömdes deltagarnas röster vid vissa röstexempel signifikant som bättre efter träningen än före.

## DISKUSSION

Syftet med den här artikeln var att ge en översikt på forskningsläget om RTPW. Den största skillnaden mellan RTPW och andra SOVTE, är att metoden egentligen är en kombination av två olika övningar. Å ena sidan ger metoden en förträngning och förlängning av ansatsröret vilket påverkar tryck-

flöde relationen vid fonation (Amarante Andrade et al, under tryckning) samt röstens akustik. Å andra sidan ger bubblorna upphov till ett modulerande mottryck, vilket verkar återspeglas i struphuvudet (Granqvist m.fl., under tryckning) och potentiellt ger upphov till en slags massageeffekt på slemhinnorna (Enflo m.fl., 2013; Granqvist m.fl., under tryckning; Wistbacka m.fl., under tryckning). Dessutom kan mottrycket varieras genom att variera vattendjupet (Amarante Andrade m.fl., under tryckning).

Olika SOVTE-övningar verkar påverka röstapparaten på olika sätt med avseende på fysikalisk och fysiologisk påverkan. En frågeställning i flera studier verkar vara vilken SOVTE som är den mest effektiva eller bästa övningen, men troligen skiljer de här övningarna sig ifrån varandra i så pass stor utsträckning att det inte går att urskilja en enskild övning som den optimala vid alla tillfällen. Det skulle betyda att terapeuten kan göra ett medvetet val angående vilken effekt hen vill åstadkomma vid träningen. Amarante Andrade m.fl. (under tryckning) drog slutsatsen att röstträning med tunna rör i luft ställer ganska höga krav på patienten, eftersom terapeuten inte kan kontrollera för varken tryck eller flöde under träningen. Med ett grövre rör i vatten så kan terapeuten både kontrollera för trycket (via vattendjupet) samt få visuell feedback på flödet genom bubblorna. Ett smalt rör som hålls i fria luften kräver att patienten har mer kontroll över sin egen röstproduktion och kan känna efter vad som är lagom flöde och tryck. Den kontrollen kan man troligtvis se hos personer med stor röstvana, t.ex. sångare eller skådespelare, men potentiellt inte med patienter utan tidigare röstträning som söker sig till hälsovården för röstproblem (Amarante Andrade m.fl, under tryckning).

I kliniska sammanhang verkar den vanligaste rekommendationen för vattendjup

vid RTPW vara 1–2 cm (Simberg & Laine, 2007). I några av studierna (Granqvist m.fl. under tryckning; Guzman, Castro, m.fl., 2013; Wistbacka m.fl. accepterad för publikation) har man undersökt fysiologiska skillnader vid grundare (2–3cm) och större (6–10 cm) vattendjup. Både Guzman, Castro m.fl. (2013) och Wistbacka m.fl. (accepterad för publikation) rapporterade att rörfonation i vatten verkar ha en sänkande effekt på struphuvudets vertikala position, och att den sänkningen blir mer påtaglig vid ett större vattendjup. Det är däremot oklart om den här förändringen i struphuvudsposition beror på det mekaniska tryck på struphuvudet som det statiska mottrycket av vattendjupet genererar, eller om övningen verkar direkt avslappnande för struphuvudsmuskulaturen (Guzman, Castro, m.fl., 2013). I studien av Wistbacka m.fl. (accepterad för publikation) fann man att en sänkning av struphuvudet verkade korrelera relativt väl med ökande vattendjup. Dessa resultat kunde potentiellt tala för att åtminstone den omedelbara sänkningen primärt beror på att det ökande mottrycket trycker ner struphuvudet mekaniskt. Man fann även att viloläget för struphuvudspositionen vid normal fonation höjdes för de två deltagarna efter att de utfört RTPW på 6 cm vattendjup, vilket väcker frågan om ett högt mekaniskt mottryck kunde leda till mer spänningar i struphuvudsmuskulaturen istället för en avslappning. Det här är ändå i dagsläget endast spekulation, och mer studier behövs för att man ska kunna utforma vetenskapligt baserade rekommendationer angående vattendjup.

Bubbelfrekvenser verkar kunna påverkas av många olika faktorer, så som luftflödet, volymen i kaviteten bakom röret, vattendjupet och rördiametern (Davidson & Amick, 1956). Då dessa faktorer inte är identiska eller ens kända i olika studier med enskilda försökspersoner kan det förklara att man ser

en viss spridning i uppmätta bubblfrekvenser. I dagsläget finns t.ex. inga kända studier där luftflödet har mätts upp vid träning med RTPW. Luftflödet är troligen av stort intresse för att kunna relatera till bubblfrekvenser och därför borde man i framtida studier inkludera flödesmätningar vid mätning av bubblfrekvens.

RTPW har använts av talterapeuter i Finland sedan 1960-talet (Simberg & Laine, 2007; Sovijärvi, 1965) och kliniker har goda erfarenheter av att använda den med olika patientgrupper (Simberg & Laine, 2007). Metoden sprids mer och mer och har väckt intresse på konferenser även utanför Finlands gränser. Forskningen kring metoden ökar, men i dagsläget är fortfarande många frågor obesvarade och samtliga studier hittills har fokuserat på metodens omedelbara effekter på röstbildningen och -kvalitén. Det som torde vara av större intresse i klinisk röstbehandling är om träning med metoden kan påvisa positiva långtidseffekter eller inte. Det verkar även spekuleras en del angående bakomliggande fysikaliska principer, som till exempel bubblformationer. För att man ska kunna förstå metoden och dess påverkan på röstapparaten borde man i framtida studier i första hand fokusera på att kartlägga dessa principer, för att sedan i andra hand kunna planera och utföra klinisk forskning med olika patientgrupper och följa upp dem över tid. Om man inte har identifierat egenskaperna i metoden i sig är det troligtvis utmanande att identifiera vilka parametrar man borde fokusera på i klinisk forskning.

## REFERENSER

Amarante Andrade, P., Wistbacka, G., Larsson, H., Södersten, M., Hammarberg, B., Simberg, S., Švec, J. & Granqvist, S. (under tryckning). The flow and pressure relationship in different tubes commonly used for semi-occluded vocal tract exercises. *Journal of Voice*.

- Davidson, L. & Amick, E.H. (1956). Formation of gas bubbles at horizontal orifices. *American Institute of Chemical Engineers*, 2, 337–342.
- Enflo, L., Sundberg, J., Romedahl, C. & McAllister, A. (2013). Effects on vocal fold collision and phonation threshold pressure of resonance tube phonation with tube end in water. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 56, 1530–1538.
- Gaskill, C. S. & Erickson, M.L. (2008). The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient. *Journal of Voice*, 22, 634–643.
- Gaskill, C. S. & Quinney, D. M. (2012). The effect of resonance tubes on glottal contact quotient with and without task instruction: A comparison of trained and untrained voices. *Journal of Voice*, 26, 79–93.
- Guzman, M., Castro, C., Testart, A., Munoz, D. & Gerhard, J. (2013). Laryngeal and pharyngeal activity during semioccluded vocal tract postures in subjects diagnosed with hyperfunctional dysphonia. *Journal of Voice*, 27, 709–716.
- Guzman, M., Laukkanen, A-M., Krupa, P., Horáček, J., Švec, J. G. & Geneid, A. (2013). Vocal tract and glottal function during and after vocal exercising with resonance tube and straw. *Journal of Voice*, 27, 523.e19–34.
- Guzman, M., Rubin, A., Munoz, D. & Jackson-Menaldi, C. (2013). Changes in glottal contact quotient during resonance tube phonation and phonation with vibrato. *Journal of Voice*, 27, 305–311.
- Granqvist, S., Simberg, S., Hertegard, S., Holmqvist, S., Larsson, H., Lindestad, P-Å., Södersten, M. & Hammarberg, B. (under tryckning). Resonance tube phonation in water: High-speed imaging, electroglottographic and oral pressure observations of vocal fold vibrations - a pilot study. *Logopedics Phoniatrics Vocology*. Early online 1–9.
- Horáček, J., Radolf, V., Bula, V., Vesely, J. & Laukkanen, A-M. (2012). *Experimental investigation of air pressure and acoustic characteristics of human voice. Part 1: Measurement in vivo*. Paper presented at: 18th International Conference Engineering Mechanics, Svratka, Czech Republic, p. 403–417.
- Laukkanen, A-M. (1995). On speaking voice exercises. Doctoral Thesis, Tampere University.

- Laukkanen, A-M., Horáček, J., Krupa, P. & Švec, J. G. (2012). The effect of phonation into a straw on the vocal tract adjustments and formant frequencies. A preliminary MRI study on a single subject completed with acoustic results. *Biomedical Signal Processing and Control*, 7, 50–57.
- Mazzer Paes, S., Zambon, F., Yamasaki, R., Simberg, S. & Behlau, M. (2013). Immediate effects of the Finnish resonance tube method on behavioral dysphonia. *Journal of Voice*, 27, 717–722.
- Maxfield, L., Titze, I., Hunter, E. & Kapsner-Smith, M. (2015). Intraoral pressures produced by thirteen semi-occluded vocal tract gestures. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 40, 84–90.
- Sovijärvi, A. (1965) Die Bestimmung der Stimmkategorien mittels Resonanzröhren. *International Kongress Phoniatrie Wissenschaft*, 5, 532–535.
- Sovijärvi, A. (1969). Nya metoder vid behandlingen av röstrubbningar. *Nordisk Tidskrift for Tale og Stemme*, 3, 121–131.
- Story, B. H., Laukkanen, A-M. & Titze, I. R. (2000). Acoustic impedance of an artificially lengthened and constricted vocal tract. *Journal of Voice*, 14, 455–489.
- Titze, I. R. (2006). Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: Rationale and scientific underpinnings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49, 448–459.
- Titze, I. R., Finnegan, E. M., Laukkanen, A-M. & Jaiswal, S., (2002). Raising lung pressure and pitch in vocal warm-ups: The use of flow-resistant straws. *Journal of Singing*, 58, 329–338.
- Titze, I. & Laukkanen, A-M. (2007). Can vocal economy in phonation be increased with an artificially lengthened vocal tract? A computer modeling study. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 32, 147–156.
- Simberg, S. & Laine, A. (2007). The resonance tube method in voice therapy: Description and practical implementations. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 32, 165–170.
- Vampola, T., Laukkanen, A-M., Horáček, J. & Švec, J. (2011). Vocal tract changes caused by phonation into a tube: A case study using computer tomography and finite-element modeling. *Journal of Acoustical Society of America*, 129, 310–315.
- Wistbacka, G., Sundberg, J. & Simberg, S. (Under tryckning). Vertical laryngeal position and oral pressure variations during resonance tube phonation in water and in air. A pilot study. *Logopedics Phoniatrics Vocology*.

## RESONANCE TUBE PHONATION – CURRENT RESEARCH ON VOICE TRAINING WITH TUBES WITH THE FREE END SUBMERGED IN WATER

Greta Wistbacka, Åbo Akademi University

Resonance tube phonation with the free end in water (RTPW) is a voice exercise where the client phonates through a glass tube keeping the free end of the tube submerged in a bowl of water. The method has been used for several decades by speech language pathologists in Finland, and has lately started to spread more internationally. The purpose of this article is to give an overview of current research on the method, mainly focusing on the physical principles. To date these principles, as well as the methods possible impacts on voice production, are unclear. Some positive results have been reported about improvements in voice quality.

**Key words:** back pressure, resonance tube, voice treatment

## RESONAATTORIPUTKI – AJANKOHTAISTA TUTKIMUSTA ÄÄNIHARJOITUKSESTA MISSÄ PIDETÄÄN PUTKEN PÄÄ VEDESSÄ

Greta Wistbacka, Åbo Akademi

Resonaattoriputkiharjoitus vedessä, eli *resonance tube phonation with tube end in water (RTPW)*, on ääniharjoitus missä potilas äänitelee lasiputkeen, jonka vapaa pää on upotettu vesiasiaan. Harjoitusta on käytetty puheterapeuttisessa äänihoidossa Suomessa jo pitkään, ja nykyään se on herättänyt huomiota myös Suomen ulkopuolella. Tämän artikkelin tarkoitus on luoda katsaus ajankohtaiseen tutkimukseen RTPW:sta, keskittyen harjoituksen fysikaalisiin periaatteisiin. Tieto näistä periaatteista sekä harjoituksen fysiologisista vaikutuksista on tällä hetkellä puutteellista, ja lisää tutkimusta tarvitaan, ennen kuin on mahdollista määrittellä harjoituksen vaikutus äänentuottoon. Muutamia myönteisiä tuloksia on raportoitu harjoituksen vaikutuksesta äänenlaatuun.

**Avainsanat:** resonaattoriputki, vastapaine, äänihoito

