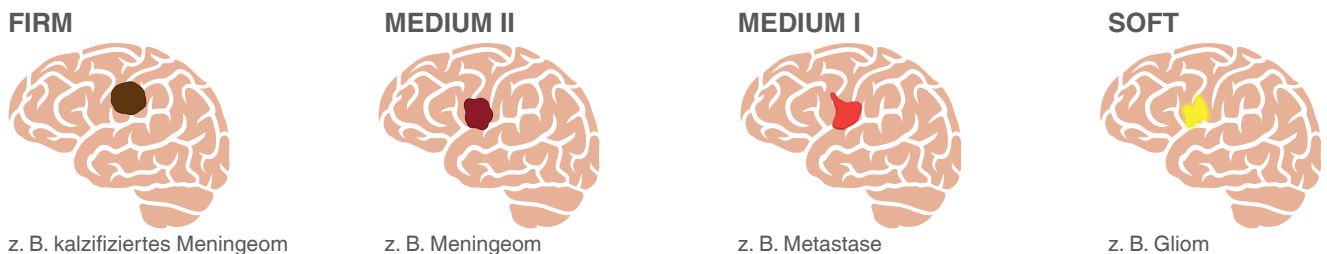


IN PRACTICE: Erzielung von optimalen Gewebeeffekten in der Neurochirurgie

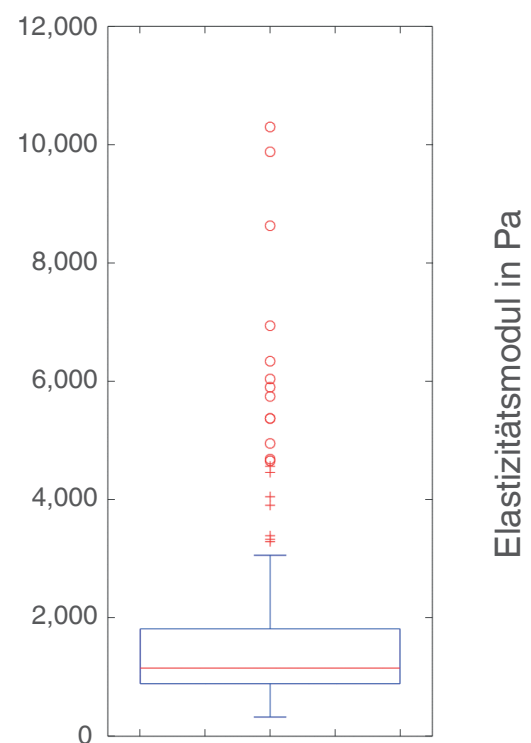
Beschreibung von Tumorgewebe – der Elastizitätsmodul

Ziel einer Tumorresektion mittels eines Ultraschall-Aspirators ist die präzise und effektive Entfernung des gesamten tumorösen Gewebes bei gleichzeitiger maximaler Schonung des umliegenden gesunden Gewebes. Von besonderer Wichtigkeit für die Gewebefragmentierung ist die Wahl der Einstellungen und die Konsistenz-einschätzung des Chirurgen. Die Bandbreite an Tumorgewebe kann dabei stark von viskos bis kalifiziert variieren, wobei nur wenige quantitative Daten über die mechanischen Tumoreigenschaften existieren.



Söring initiierte daher zusammen mit der Klinik für Neurochirurgie am Universitätsklinikum Schleswig-Holstein (Campus Lübeck) das aktuell laufende Forschungsprojekt „UltraLas“¹. In 75 Operationen wurden insgesamt 232 humane Hirntumorproben entnommen, der Proben-Elastizitätsmodul intraoperativ gemessen und die Tumorentität im Anschluss histologisch bestimmt.

Der Boxplot auf der rechten Seite bestätigt, dass die Festigkeit von Tumorgewebe einen weiten Bereich überspannt. Der Großteil der Proben weist einen Elastizitätsmodul im Bereich von 300-3000 Pa auf. Tumorgewebe mit einer solchen Konsistenz wird als „weich“ bis „mittelweich“ bezeichnet. Erheblich seltener werden auch deutlich festere Tumorelastizitätsmodule gemessen. Diese Gewebekonsistenzen werden als „mittelfest“ bis „hart“ bezeichnet und erfordern höhere Einstellungen für eine effiziente Gewebefragmentierung.



Boxplot¹ der an den 232 entnommenen humanen Tumorproben gemessenen Elastizitätsmodule. Die Box umfasst das zweite und dritte Quartil der aufgenommenen Daten. Der Medianwert wird durch die rote Linie, Ausreißer als Marker angezeigt.

¹ Ref: Laufende prospektive Studie, bisher nicht veröffentlicht, data on file

Gewebeklassen in der Neurochirurgie

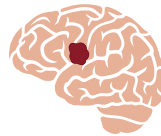
Die von Söring in Kooperation mit der Klinik für Neurochirurgie, dem Medizinischen Laserzentrum Lübeck GmbH und dem Institut für Biomedizinische Optik an der Universität zu Lübeck erhobenen Daten erlauben erstmals die Verknüpfung von Beschreibungen wie „weich“ und „hart“ mit quantitativen Werten für den Elastizitätsmodul.

Für die Ultraschallfragmentierung in der Neurochirurgie ergeben sich 4 Gewebeklassen:



FIRM

beschreibt „hartes“/„verhärtetes“ Gewebe mit einem Elastizitätsmodul von mehr als 6000 Pa



MEDIUM II beschreibt „mittelfestes“

Gewebe mit einem Elastizitätsmodul bis 6000 Pa



MEDIUM I beschreibt „mittelweiches“

Gewebe mit einem Elastizitätsmodul bis 3000 Pa



SOFT beschreibt „weiches“ Gewe-

be mit einem Elastizitätsmodul bis 1200 Pa

Da jede Gewebeklasse spezifische mechanische Eigenschaften besitzt, sind für das gewünschte Ausmaß der Fragmentierung jeweils eine eigene Bandbreite an Einstellungskombinationen aus Amplitude, Absaugdruck und Spülrate erforderlich. Für Tumore der Gewebeklasse „soft“ ist eine Bandbreite an niedrigen Einstellungen ausreichend, um den gewünschten Gewebeeffekt zu gewährleisten. Einstellungen

unterhalb dieser Bandbreite sind nicht ausreichend effektiv. Innerhalb der Bandbreite führen niedrigere Einstellungen zu einer langsamen Fragmentierungsgeschwindigkeit, höhere Einstellungen resultieren in einer schnelleren Fragmentierung. Darüber hinausgehende Einstellungen führen – bei gleicher Handhabung – nicht mehr zu einer weiteren Steigerung der Fragmentierungsgeschwindigkeit.

Einstellungskombinationen für verschiedene Gewebeklassen



Wechselwirkungen zwischen Amplitude, Absaugung und Spülung

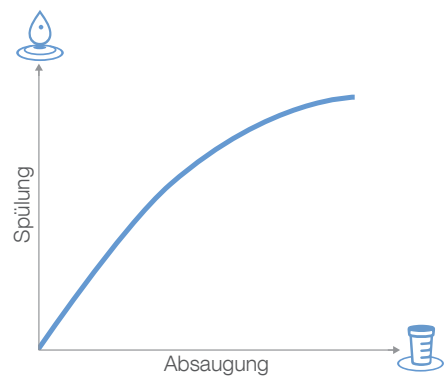
Für jede Gewebeklasse wird eine spezifische Mindestamplitude benötigt, damit es zu einer Fragmentierung kommt. Allein ein hoher Absaugdruck führt bei fehlender Sonotrodenoszillation nicht zu der gewünschten

Fragmentierung. Je nach gewünschter Fragmentierungsgeschwindigkeit wird die Ultraschallamplitude gewebeabhängig gewählt und der Absaugdruck entsprechend angepasst. Ein passend gewählter Absaugdruck unterstützt durch die wirkende Kontaktkraft die Fragmentierung und gewährleistet eine effektive Absaugung von Sekret (Gewebefragmente, Spülflüssigkeit und Blut). Bei zu hohem Absaugdruck in Relation zur Amplitude kann Gewebe jedoch unkontrolliert an – oder eingesaugt werden. Ebenso wird die Spülrate an die gewählte Amplitude angepasst. Nur eine ausreichend hohe Spülung führt bei gegebener Amplitude zu einer Minimierung der thermischen Gewebebelastung.

Direkter Zusammenhang zwischen Spülung und Absaugung

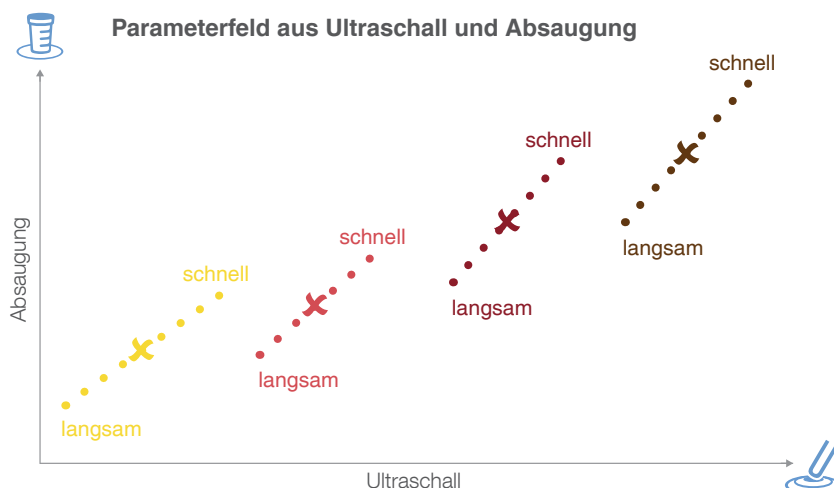
Um einen optimalen Gewebeeffekt zu erzielen, sollte die Spülung so gewählt werden, dass eine ausreichend hohe Flüssigkeitszufuhr zur Sonotrode gewährleistet ist. Dadurch entsteht Kavitation, die Sonotrode wird gekühlt und das abgesaugte Sekret wird ausreichend verdünnt, um Verstopfungen zu minimieren. Die Funktion der Spülung hängt dabei direkt mit dem eingestellten Absaugdruck zusammen und wird nach dem folgenden Prinzip ausgewählt: Bei einem gegebenen Absaugdruck soll die höchstmögliche Spülung ausgewählt werden, bei der noch kein Sprühnebel an der freischwingenden Sonotrodenspitze auftritt.

Zusammenhang zwischen Spülung und Absaugung



Optimale Gewebeeffekte werden also nur bei gemeinsamer und aufeinander abgestimmter Auswahl der drei Einstellungen erreicht.

Durch leichte Variation der drei Einstellungen lässt sich der Gewebeeffekt gezielt verstärken oder auch verringern – also die Fragmentierungsgeschwindigkeit (oder auch Abtragsrate genannt) verändern. Für jede Gewebe-klasse von „soft“ bis „firm“ existieren Einstellungsbereiche mit variabler Fragmentierungsgeschwindigkeit. Die Kreuze zeigen die Einstellungskombination an, welche jeweils zu einer mittleren Fragmentierungsgeschwindigkeit führen. In der Tabelle auf der folgenden Seite befinden sich die genauen Einstellwerte.



Gewebeabhängige Einstellungskombinationen für eine mittlere Abtragsrate

	Absaugung 	Ultraschall 	Spülung 
FIRM	0,54 bar	70 %	9 ml/min
MEDIUM II	0,33 bar	50 %	5 ml/min
MEDIUM I	0,21 bar	30 %	4 ml/min
SOFT	0,15 bar	20 %	3 ml/min

Diese Empfehlung ersetzt nicht die in der Gebrauchsanweisung enthaltenen Informationen. Bitte lesen Sie die Informationen zur Inbetriebnahme und die Sicherheitshinweise sorgfältig durch. Einstellungsempfehlungen gelten für SONOCA 300 und LEVICS.

Expertenmeinungen und Praxiserfahrungen

Dr. med. Lhagva Sanchin, BG Klinikum Bergmannstrost Halle

Die Tumorkonsistenz kann insbesondere bei großen Tumoren (z. B. Meningeomen) in unterschiedlichen Tiefen stark variieren, was eine schnelle Anpassung der Einstellungen notwendig macht. Die Einstellungen für Ultraschallintensität, Absaug- und Spülrate sollten ausgewogen sein, damit der gewünschte Effekt optimal erreicht wird. Besonders in der Nähe von kritischen Strukturen muss ich sehr präzise arbeiten, daher darf es nicht zu ungewolltem Ansaugen von Gewebe kommen oder die Sicht beeinträchtigt sein. Wenn ich in der Nähe von Gefäßen und Nerven arbeite, reduziere ich alle Einstellungsparameter, z. B. bei einem Tumor mit mittlerer Konsistenz (Konsistenzklasse Medium I) auf Ultraschallintensität 14 %, Absaugrate 0,18 bar und Spülrate 4 ml/min.

