

**NIEDERASPHE**

**EINE AUSARBEITUNG ZUM THEMA:  
Vibroakustische Erkrankungen**

**18. Infraschall niedriger Intensität und die Bildung von freien Sauerstoffradikalen (ROS) im Wasser des Körpers**

In lebenden Systemen nimmt Wasser grundlegend an der Dynamik des Lebens teil, nicht als inaktives Medium, im Gegenteil, Wasser nimmt aktiv an den Stoffwechselprozessen und dem Energieaustausch in Zellen und Organen teil (1).

Vom chemischen Standpunkt aus beurteilt, hat Wasser einen Anteil von über 90 % von allen Stoffen, aus welchen die Zellen des Körpers und der Raum zwischen den Zellen bestehen. Wasser ist die Hauptkomponente (60-90 %) der Zellen im Körper.

Das Wasser ist das Medium in dem die zahllosen Stoffwechselprozesse und die oszillatorischen Vibrationen der Moleküle, Zellen und Organe stattfinden können. Das Wasser im Körper ist aufgrund seiner Eigenschaften auch notwendig für die Produktion der stark reaktiven Sauerstoffradikalen (ROS). Durch Wasser können extrem schwache Energien in den Zellen und Stoffwechselprozessen wirksam werden. Viele biologische Prozesse erfordern die Übertragung auch von schwachen Energien.

Das extrazelluläre und intrazelluläre Wasser der biologischen Gewebe ist ein Hauptziel von Infraschall, elektromagnetischen Wellen und nonthermalen Mikrowellen. Diese sogenannten Nichtionisierende Strahlungen (NIR) sind auch mit niedriger und sehr niedriger Intensität wirksam. Elektrische Energie und Vibrationsenergie kann in das Wasser übertragen werden. (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10).

Die Wasserstruktur ist sehr labil und Wasser reagiert hochsensitiv gegenüber vielen Faktoren der Umwelt. Viele physikalische und chemische Faktoren der Umwelt beeinflussen die Eigenschaften von Wasser und wässrigen Lösungen.

Die Wirkungen von Infraschall und den anderen Nichtionisierenden Strahlen sind im Bereich niedriger Intensität nicht linear abhängig. Die biologischen Effekte von Infraschall, elektromagnetischen Wellen und nonthermalen Mikrowellen haben spezifische Wirkeffekte in „spezifischen Fenstern“ der Frequenz, der Intensität, der Zeitdauer, der Modulation u.a. und zeigen Unterschiede in der kontinuierlichen und impulsiven Exposition.

Der Effekt durch Infraschall schwacher Intensität auf die Zellen und die Organe des Körpers kann, abhängig von der Frequenz, Intensität, Einwirkdauer der Modulation u.a. entweder eine fördernde und/oder eine schädliche gesundheitliche Wirkung haben. Auch bei unterschiedlichen Bedingungen der Exposition können niedrige Dosen von Infraschall und Nichtionisierenden Strahlen (NIR) positive oder negative gesundheitliche Effekte bewirken.

Flüssiges Wasser spielt durch seinen engen Kontakt und spezifischen Eigenschaften eine wichtige Rolle bei der Übertragung von Vibrationsenergie zwischen den Biomolekülen oder

entlang ausgedehnter biologischer Strukturen. Zellmembranen haben eine hohe Durchlässigkeit für Wassermoleküle (spezielle Wasserkanäle). Extrazelluläre Veränderungen des Wassers können deshalb direkt vom extrazellulären Raum in die Zelle gelangen und den Stoffwechsel von Zellen und Organe beeinflussen.

Wasser ist unverzichtbar für die Produktion der freien Sauerstoffradikalen (ROS) in Zellen, Organen und Körpern. Die Aufspaltung des Wassermoleküls in freie sauerstoffhaltige Radikale (ROS) ist schon für schwache Energiezufuhr von z.B. Infraschall, elektromagnetischen Wellen und nonthermale Mikrowellen nachgewiesen. Von Ayrapetyan SN und Mitarbeitende wird angenommen, dass ein Einfluss auch von schwacher Energiezufuhr von z.B. Infraschall, elektromagnetischen Wellen und nonthermalen Mikrowellen auf den hohen Wassergehalt im menschlichen und tierischen Körper wesentlich die zelluläre Molekülstruktur und die Ionenkonzentration in den Zellen und damit die Funktionen der Zelle beeinflusst.

Die biologischen Wirkungen von Infraschall im Bereich niedriger Intensität ähneln den biologischen Effekten der elektromagnetischen Wellen und nichtthermalen Mikrowellen niedriger Intensität, für die erheblich mehr wissenschaftliche Befunde vorliegen als beim Infraschall (8). Auch die zugeordneten Krankheitsbilder sind ähnlich.

Die starke Variabilität der physiko-chemischen Eigenschaften des Wassers und die „Wirkfenster“ des Infraschalls machen den Vergleich von wissenschaftlichen Untersuchungen von Infraschall mit niedriger Intensität schwierig und verallgemeinernde Aussagen aufgrund einer einzelnen Versuchsanordnung sind problematisch.

Stepanian RS und Mitarbeitende (11, 12) haben gefunden, dass niederfrequente mechanische Vibrationen die elektrische Leitfähigkeit von Wasser verändert und die Struktur in Wasser gelöster DNA verändert.

Methodik: Von Stepanian RS und Mitarbeitende wurde destilliertes Wasser mit verschiedenen Frequenzen von 3 Hz bis 500 Hz, 30 Min. lang, mit einer Intensität von 90 dB behandelt und seine elektrische Leitfähigkeit gemessen.

Ergebnis: Der größte Abfall der elektrischen Leitfähigkeit von 15,7 % wurde bei einer Frequenz von 4 Hz gefunden („Frequenzfenster“). Frequenzen über 100 Hz hatten keinen Effekt. Eine DNA-Lösung zeigte unter niederfrequenten mechanischen Vibrationen bei 4 Hz und 10 Hz („Frequenzfenster“) strukturelle Veränderungen (Faltung des DNA-Strangs). Beschallungen mit 20 und 50 Hz hatten keinen Effekt auf die DNA Struktur.

Akopyan SN und Airapetian SN und Mitarbeitende haben gefunden (8, 13, 14, 15, 16, 17, 26):

1. Niederfrequente mechanische Vibrationen (1-100 Hz) mit der niedrigen Intensität von 30 dB vermindert die elektrische Leitfähigkeit von destilliertem Wasser, am stärksten bei 4 Hz.
2. Niederfrequente mechanische Vibrationen (1-100 Hz) mit der niedrigen Intensität von 30 dB vermindert die CO<sub>2</sub>-Löslichkeit von Wasser zwischen 10 % bis 20 % und auch die Löslichkeit anderer Gase.
3. Behandlung mit niederfrequenten mechanischen Vibrationen ist verbunden mit einem Anstieg des pH-Wertes (das Wasser wird alkalischer).  
Es gibt ein „Frequenzfenster“ für Infraschall, bei 4 Hz mit der stärksten Wirkung auf die elektrische Leitfähigkeit und CO<sub>2</sub>-Löslichkeit von Wasser.
4. Niederfrequente mechanische Vibration mit niedriger Intensität von physiologischer Wasserlösung mit 30 dB und vermindert die H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Konzentration am stärksten bei 4 Hz und

8 Hz (8). Niederfrequente mechanische Vibration mit hoher Intensität führt zu vermehrter Bildung von H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (8).

Das Wasser in der Zelle und Zellumgebung ist ein Ziel durch das schwache physikalische Kräfte externer niederfrequenter mechanischer Vibrationen niedriger Intensität zu den Stoffwechselprozessen der Zelle vermittelt werden.

Die Wassereigenschaften verändern sich schon durch schwache physikalische Kräfte von Infraschall und elektromagnetischen Wellen.

Ayrapetyan SN und Mitarbeitende fanden, dass die Durchströmung eines isolierten Herzens von Schnecken mit physiologischen Lösungen unterschiedlich starke Wirkungen auf die Kontraktionskraft der Herzmuskeln zeigten, wenn die physiologischen Lösungen vorher bei unterschiedlichen Frequenzen mit niederfrequenten mechanischen Vibrationen behandelt worden waren. (14, 15, 16, 17).

Die Perfusion des Schneckenherzens mit physiologischer Lösung, die mit niederfrequenten mechanischen Vibrationen niedriger Intensität von 30 dB bei 4 Hz vorbehandelt worden war, verstärkte die Kontraktion der Herzmuskelfasern und verstärkte den zellulären Wassergehalt, vergleichbar der direkten Behandlung der Herzmuskulatur mit niederfrequenten mechanischen Vibrationen.

Als Ursache wird angenommen, dass die Behandlung von Wasser mit niedermolekularen Vibrationen von 4 Hz und niedriger Intensität von 30 dB zu einer zur Veränderung der Konzentration von reaktiven sauerstoffhaltigen Radikalen mit Erniedrigung von H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> führt, was die Stoffwechselwege, die zur verstärkten Kontraktion des Herzmuskels führen, aktiviert. Die Behandlung mit niederfrequenter mechanischer Vibration bei 4 Hz mit 30 dB verminderte den H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Gehalt in der physiologischen Lösung um 5 %.

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ist ein sauerstoffhaltiges Radikal (ROS) das normal in der Zelle gebildet wird. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> wird vermehrt bei verschiedenen Formen des oxidativen Stresses gebildet. Das Sauerstoffradikal H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> hat eine bi-phasische Wirkung auf die Muskelkontraktion des Herzmuskels:

Niedrige zelluläre Konzentrationen von H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> verstärken die Kontraktionskraft des Herzmuskels.

Höhere zelluläre Konzentrationen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> hemmen die Kontraktionskraft des Herzmuskels.

Höhere zelluläre Konzentrationen von H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> führen neben zahlreichen weiteren biologischen Schäden insbesondere auch zur Schädigung der Gene (DNA). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ist eines der verschiedenen Stoffwechselprodukte des oxidativen Stresses die genschädigend sind.

Ayrapetyan SN und Mitarbeitende (18, 19) haben nachgewiesen, dass eine Vorbehandlung eines Nährmediums von Bakterien von 30 Minuten mit niederfrequenter mechanischer Vibration von 30 dB das Wachstum von Bakterien, frequenzabhängig („Frequenzfenster“) entweder stimulieren oder hemmen kann. Infraschallfrequenzen von 4 Hz und 8 Hz hatten einen hemmenden Effekt, 2 Hz und 6 Hz einen gering stimulierenden Effekt auf das Zellwachstum der Bakterien Echerichia coli K-12 (8).

Die biologische Wirkung von niederfrequenten mechanischen Vibrationen niedriger Intensität auf das Wachstum von Bakterien kann frequenz- und zeitabhängig sowohl positiv als auch negativ sein (8, 18, 19, 20).

Ayrapetyan SN und Mitarbeitende nehmen an, dass für die biologische Wirkung von niederfrequentem Infrachall auf Moleküle und Strukturen von Zellen und Organe nicht nur die

Eigenschaften des Infraschalls von Bedeutung sind, sondern auch die physikalisch-chemischen Bedingungen des die Moleküle und Strukturen umgebenden Mediums Wasser in und außerhalb der Zellen und Organe. Ayrapetyan SN und Mitarbeitende nehmen an, dass niederfrequente mechanische Vibrationen entweder direkt auf die Bakterien wirken können und/oder indirekt auch über Veränderungen der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Nährmediums („Wasserhypothese“) (8, 18). Die Wirkung von Infraschall niedriger Intensität erfolge sowohl direkt auf Moleküle und Strukturen der Zelle als auch indirekt durch das Wasser.

Ayrapetyan G und Mitarbeitende kommen aufgrund ihrer Untersuchungen an Pflanzen, Mikroben, isolierten Neuronen und Herzmuskeln von Schnecken und Ratten zur Annahme, dass das Wasser in der Zelle und die wässrige Umgebung der Zelle ein primäres Ziel des Infraschalls ist und, dass der Wassergehalt der Zelle ein sensibler Biomarker der unterschiedlichen Effekte von Infraschall, von elektromagnetischen Wellen und von nonthermalen Mikrowellen mit geringer Intensität ist („Wasserhypothese“) (21, 22):

Die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers werden schon durch niedrige Schalldruckpegel von niederfrequentem Infraschall verändert. Die Veränderungen sind frequenzabhängig, intensitätsabhängig und zeitabhängig („Frequenzfenster“, „Intensitätsfenster“, „Zeitfenster“) (8).

Die direkten Wirkungen niedriger Intensitäten von Infraschall auf Zellmoleküle und Zellstrukturen und die indirekten Wirkungen über das Wasser können positiv oder negativ sein.

Die Problematik zeigten auch die Untersuchungen von Vedel N und Mitarbeitende, die die Veränderungen der physiko-chemischen Eigenschaften von Wasser, insbesondere der elektrischen Leitfähigkeit und Viskosität durch „Altern“, mechanisches Schütteln (1.000 Hz-10.000 Hz), Ionenzugabe, Licht, Dunkelheit, Temperatur, Zeitdauer untersuchten und sehr sensible Veränderungen durch die verschiedensten Umweltfaktoren nachwiesen (27, 8).

Das macht den Vergleich von Untersuchungen über biologische Effekte von Infraschall niedriger Intensität schwierig.

Ayrapetyan SN:

*„Die Schwierigkeit liegt in dem Sachverhalt, dass die biologischen Effekte von Infraschall und der Nichtionisierenden Strahlen (NIR) nicht nur von ihren thermodynamischen Eigenschaften abhängen, sondern auch von ihren „Frequenz- und Intensitätsfenstern“, den chemischen und physikalischen Eigenschaften des umgebenden Mediums und dem Zustand des Stoffwechsels des Organismus.“*

*„Da Wasser das Hauptmedium ist in dem der größte Teil der biochemischen Reaktionen stattfinden, kann gesagt werden, dass leichte Veränderung der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers sowohl in der Zelle als auch außerhalb der Zelle die Stoffwechselaktivität von Zellen und Organismus dramatisch ändern können.“*

Ayrapetyan SN (24):

*At present, when the technological progress brings progressive increase in environmental pollutions by different chemical and physical (ionizing and non-ionizing radiations) factors the detection of the safety of environmental medium from the point of public health is one of the fundamental problems of modern Life Sciences. This problem has especially disquieting character after Chernobyl and Japan Nuclear catastrophes, when the level of background ionizing radiation and chemical pollutions of environmental medium of the number of world's regions are increased beyond safety doses. As the biological effect of weak environmental factors have nonlinear dose-dependent character, besides the thermodynamic characteristics*

*it depends also on environmental composition and initial state of organism. Therefore the current policy of World Health Organization and other international organizations whose mission is to establish safety standards for environmental pollutions by chemical and physical factors, based only on their concentration or energy absorption rate by organism cannot be considered as adequate.*

**Lit.:**

- 1) Voikov VL, Biological significance of active oxygen-dependent processes in aqueous systems, in G. Pollack et al: Water and the cell, 2006
- 2) Del Guidice E, Pulselli RM, Formation of dissipative structures in liquid water, Int J Des & Nat Ecodyn, 2010
- 3) Ayrapetyan SN, Aryan AM, Ayrapetyan GS, The Effects of Static Magnetic Fields, Low Frequency Electromagnetic Fields and Mechanical Vibration on some Physicochemical Properties of Water. In Pollack GH, Cameron IL, Wheatley DN, Water and the Cell, Springer, 2006
- 4) Woutersen S, Bakker HJ, Resonant intermolecular transfer of vibrational energy in liquid water, Nature, 1999
- 5) Fridovich I, Fundamental aspects of reactive oxygen species, or wath's matter with oxygen?, Ann NY Acad Sci, 1999
- 6) Gayane A, Grigoryan A, Dadasyan E, Ayrapetyan S, The compertive study of the effects of extremely low frequency electromagnetic fields and infrasound on water molecule dissociation and generation of reactiv oxygen species, Environmentalist, 2007
- 7) Markov MS, Electromagnetic fields in biology and medicine, CRC Press, 2015
- 8) Ayrapetyan S, Baghdasaryan, Mikayelyan Y, Barseghyan S, Martirosyan V, Heqimyan A, Narinyan L, Nikoghosyan A, Cell Hydration as a Marker for Nonionizing Radiation in Markov MS, Electromagnetic fields in biology and medicine, CRC Press, 2015
- 9) Demirel R, Mollaoglu H, Yesilyurt H, Ücol K, Aycicek A, Akkaya M, Genc A, Uygur R, Dogan M, Noise Induces Stress in Rat, Eur J Gen Med, 2009
- 10) Belyaev I, Non-thermal Biological Effects of Microwaves, Microwave Review, 2005
- 11) Stepanyan RS, Ayrapetyan GS, ArakelyanAG, Arapetyan SN, Biofizika, 1999
- 12) Stepanian RS, Airapetian GS, Markarian GF, Airapetian SN , Arakelian GA, The action of infrasound oscillations on the properties of water and of DNA solution. Radiat Biol Radioecol, 2000
- 13) Akopian SN, Airapetian SN, A study of specific electrical conductivity of water by the action of constant magnetic field, electromagnetic field, and low-frequency mechanical vibrations, Biofizika, 2005
- 14) Ayrapetyan SN, Stepanyan RS, Ayrapetyan GS, Mikaelyan NA, Effect of Mechanical Vibration of the Perfusing Solution on the Contractile Activity of the Perfused Snail Heart, Biophysics, 1999
- 15) Akopian,SN, Airapetian SN, A study of specific electrical conductivity of water by the action of constant magnetic field, electro-magnetic field, and low-frequency mechanical vibrations, Biofizika, 2005
- 16) Ayrapetyan G, Grigoryan A, Dadasyan E, Ayrapetyan S, The comperative study of the effect of 4 Hz Electromagnetic Fields-, Infrasound-treated and hydrogen peroxide containing physiological solutions on Na pump-induced inhibition of heart muscle contractility, The Environmentalist, 2007
- 17) Dadasyan E, Ayrapetyan G, Baghdasaryan N, Mikayelyan Y, Ayrapetyan S, The metabolic pathway of 4 Hz mechanical vibration-induced effect on snail heart muscple contractiity, The Environmentalist, 2012
- 18) Matirosyan V, Baghdasaryan N, Ayrapetyan S, The study of the effects of mechanical vibration at infrasound frequency on 3H-thymidine incorporation into DNA of E. coli K-12,1999
- 19) Airapetyan SN, Stepanyan RS, Oganesyany GG, Barsegyan ZR, Alaverdyan AG, Arakelyan AG, Markosyan LS, Effect of mechanical vibrations on the Ion Mutant of Echerichia coli K-12, Microbiology, 2001
- 20) Martirosyan V, The Effects of Physical Factors on Bacterial Cell Proliferation, Journ Low Freq Noise, Vibrat Contr, 2012
- 20) Aryan A, Ayrapetyan S, On the modulation effect of pulsing and static magnetic fields and mechanical vibrations on barley seed hydration, Physiol Chem Phys Med NMR, 2004
- 21) Deghoyan A, Heqimyan A, Nikoghyan A, Dadasyan E, Ayrapetyan S, Cell bathing medium as a target for Non-thermal effect of millimeter waves, Elec Biol Med, 2012
- 22) Ayrapetyan S, De J, Cell hydradation as a Biomarker for Estimation of Biological Effects of Nonionizing Radiation on Cells and Organisms, ScienticWorldJournal, 2014
- 23) Ayrapetyan S, Reviews: The role of cell hydration in realization of biological effects of non-ionizing radiation (NIR) Journ Electromag Biol Med, 2015
- 24) Ayrapetyan S, Cell hydradation as a universal marker for detection of enviromental pollution, The Environmentalist, 2012
- 25) Nikoghosyan A, Heqimyan A, Ayrapetyan, S, Primary mechanism responsible for age-dependent neural dehydration, Int J Bas Appl Scien, 2016
- 26) Narinyan L, Ayrapetyan S, Age-Dependent Comparative Study of 4 Hz and 8 Hz EMF Exposure on Heart Muscle Tissue Hydration of Rats, Open J Biophysics, 2019

27) Nada V, Jerman I, Krasovec R, Bukovec P, Zupanic M, Possible Time-Dependent Effect of Ions and Hydrophilic Surfaces on the Electrical Conductivity of Aqueous Solutions, Int J Mol Sci, 2012

**Anmerkung A.S.:**

- 1. Eine fundierte, durch wissenschaftliche Untersuchungen belegte Kritik an den Untersuchungen der zitierten Autoren bin ich u.U. bereit zu veröffentlichen.***
- 2. Für die Benachrichtigung von meinen eigenen Fehlern in diesem Referat bin ich dankbar. Ich werde sie korrigieren.***