

**EINE AUSARBEITUNG ZUM THEMA:
Vibroakustische Erkrankungen**

10. Nachweis einer Apoptose im Blutserum und Knochenmark

Die Apoptose hat entscheidende Bedeutung in der embryonalen Organentwicklung, in der Wachstumsphase von Mensch und Tier, dem Organumbau im Erwachsenenalter und weiterhin in der Regulation der Immunantwort. Eine Störung der Apoptose kann sowohl bei Immunschwäche, Tumorentstehung und bei Autoimmunkrankheiten bedeutsam sein. Eine wichtige Rolle spielt die Apoptose bei der Ausschaltung von mutierten Zellen und Tumorzellen (1, 2, 3, 4).

Der programmierte Zelltod oder Apoptose ist charakterisiert durch bestimmte Zellveränderungen und biochemische Regulationsmechanismen bei vielen normalen und krankhaften Vorgängen im Körper von Mensch und Tier. Eine verstärkte Apoptose kann auch durch äußere Faktoren wie Hitze, UV-Strahlen, Röntgenstrahlen und niederfrequente Schall + Infraschall verursacht werden (7, 8).

Ob eine Zelle in einem biologischen Gewebe nach externer Einwirkung (Stresssignal) überlebt, nekrotisch wird oder in Apoptose übergeht, hängt vom Ausmaß des Stresses ab. Milder Stress aktiviert Stressantworten (z.B. Reparaturmechanismen) die die Zelle überleben lassen; mittlerer Stress aktiviert die Mechanismen der Apoptose; extrem hoher Stress kann das Apoptoseprogramm überfordern und zur Nekrose der Zelle führen (1).

Die Einwirkung geringer Dosen genotoxischer Umwelteinflüsse kann zur Destabilisierung des Genoms führen, die aber in der Regel durch zelluläre Reparaturmechanismen beseitigt werden. Nach schweren, irreparablen DNA-Schäden ist der gesteuerte Zelltod durch Apoptose die wichtigste Möglichkeit, um die Fixierung von Gendefekten zu verhindern. Werden irreparabel geschädigte Zellen durch Apoptose nicht beseitigt oder erfolgt die Reparatur nur unvollständig oder fehlerhaft dann entstehen chromosomale Veränderungen im Genom, Mutationen, die zu Krebs führen können.

Langjährig wirkende exogene Stressoren mit chronischem Zelltod durch Apoptose begünstigen die Tumorentstehung. Je mehr Zellen durch Apoptose absterben, desto stärker müssen sich die Zellen teilen, desto mehr potentielle Krebszellen häufen sich an, desto größer ist das Risiko der Krebsentstehung.

Wie Müller W an einem Beispiel darstellt, kann eine exogene Einwirkung auf den Organismus mit steigender Dosis bzw. zunehmender Wirkdauer auch von einer positiven in eine schädliche Wirkung umschlagen: Die UV-B-Strahlung (315-280nm) der Sonne hat eine positive Wirkung: Ohne UV-Strahlen kann kein Vitamin D in der Haut produziert werden. Darüber hinaus kann eine kurzzeitige hohe Intensität von UV-Strahlen negativ zu Sonnenbrand und eine langjährige Expositionsdauer negativ zu Hautkrebs führen (2). Einer der Schlüsselmechanismen ist wahrscheinlich die Apoptose. Die Bauersfrauen früherer Generationen, die auch bei praller Sonne auf dem Feld arbeiten mussten, bekamen früh eine Altershaut und spät im Leben gehäuft bösartige Hauttumore.

In der internationalen und deutschen Forschung wird intensiv und erfolgreich an der Aufklärung der komplexen Regelung der Apoptose gearbeitet (7, 8, 9).

Es gibt viele verschiedene Standardmethoden zum Nachweis einer Apoptose und zahlreiche

wissenschaftliche Methoden zur Untersuchung der Mechanismen, die bei der Apoptose beteiligt sind.

Einfache Methoden:

Silva MJ, Castelo Branco NAA und Mitarbeitende haben nachgewiesen, dass niederfrequenter Schall + Infraschall + Vibrationen zu einem erhöhten Austausch von Schwesterchromatiden bei Menschen und Tieren führt, einem Indikator von Genomschäden. In den Blutaussstrichen wurden weiterhin histologisch nachweisbar zu R Zellschrumpfung, reduziertem DNA-Gehalt (Zellkern) von kernhaltigen Lymphozyten, Kondensation der Chromosomen des Zellkerns von Lymphozyten und Zerfall des Zellkerns von Lymphozyten gefunden (2).

Antunes E und Mitarbeitende haben am Rattenherzen nachgewiesen, dass niederfrequenter Schall + Infraschall nach 3 Monaten Exposition zu einer starken, signifikanten Abnahme des Verhältnisses Connexin 43/Herzmuskulatur und zu einer Bindegewebsvermehrung im Herzen führt. Connexine, Proteine die im Dienst des Signalaustauschs zwischen benachbarten Zellen stehen, spielen eine wichtige Rolle in der Leitung elektrischer Impulse zwischen den Herzmuskelzellen und beim Entstehen von Unregelmäßigkeiten des Herzschlags (10). Veränderungen von Connexin 43 und die Anhäufung von Bindegewebe ist bei der Entwicklung von Unregelmäßigkeiten des Herzschlags bei verschiedenen schweren Herzkrankheiten mitbeteiligt (10). Antunes E: "Low-frequency noise induces modifications on cardiac Cx43 in rats. The Cx43 reduction observed in our study suggests that Low-frequency noise (LFN) may induce an arrhythmic substrate and opens a new investigational area concerning the effect of LNF on the heart" (10).

Vasilyeva Irina hat nachgewiesen, dass Infraschall mit hohem Schalldruckpegel einen deutlichen Anstieg des regulierten Zelltodes der Apoptose in Knochenmarkzellen von Tieren bewirkt und entstehende DNA-Fragmente unterschiedlicher Art quantitativ im Blutplasma nachgewiesen werden können (7, 8).

Vasilyeva IN schreibt ionisierenden Strahlen und niederfrequentem Schall einen direkten, schädlichen Effekt auf Chromosomen (DNA) zu. Sie konnte 2017 bereits am DNA-Fragmentmuster in der Gelelektrophorese unterscheiden, ob eine Apoptose durch ionisierende Strahlen oder Infraschall verursacht wurde (8). Nachweis und quantitative Bestimmung von Bruchstücken der Chromosomen im Blut erfolgte mit Gelelektrophorese ("DNA-Leiter") (5, 6).

Der Nachweis und die quantitative Bestimmung von Biomarkern in Blutproben bei unterschiedlichen krankhaften Zustände bei Mensch und Tier sind immer von großem Interesse, weil es ein früher, leicht zugängiger, wichtiger Hinweis für Nachweis und Prognose einer gesundheitlichen Schädigung ist. Immunologische Bestimmungsmethoden für einzelne Proteine oder eine Vielzahl von Proteinen zusammen, die bei der Regulation des apoptotischen Zelltods von Bedeutung sind, wurden entwickelt. Mit käuflichen Test-Kits ist es möglich, eine Apoptose sicher nachzuweisen und Untersuchungen einer Dosisabhängigkeit, einer Zeitabhängigkeit oder Frequenzabhängigkeit durchzuführen. Test-Kits können zur gleichzeitigen Bestimmung einer großen Zahl von Untersuchungsproben verwendet werden. Mit den entsprechenden gebrauchsfertigen Test-Kits ist es möglich, die Proben von tausenden Personen parallel und kostengünstig zu untersuchen (11).

Es gibt noch viele weitere wissenschaftliche Nachweismethoden der Apoptose und ihrer komplexen Mechanismen.

Lit.:

- 1) Klaus-Günter Collatz, Lexikon der Biologie, Apoptose <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/apoptose/4488>
- 2) Effects of infrasound and low frequency noise on mammalian physiology, Published work (1999-2012); indexed by Pub Med by Nuno Castelo Branco and Marina Alves-Pereira www.aweo.org/infrasound.html
- 3) Orrenius S, Zhivotovsky B, Nicotera P, Regulation of cell death: the calcium-apoptosis link, Nat Rev Mol Cell Bio, 2003

- 4) Elmore S, Apoptosis: a review of programmed cell death, Toxicologic Pathology, 2007
- 5) Müller W, Infraschall: Weiterführendes zu biologischen Zusammenhängen <https://www.windwahn.com>, 11.Jan.2020
- 6) Tomas D, Apoptosis, UV-radiation, precancerosis and skin tumors, Acta Medica Croatia, 2009
- 7) Vasilyeva IN, Zinkin VN, The impact of low-frequency noise on the content of low-molecular-weight DNA of blood plasma, J Nucl Acid Investig 2 (Suppl 1), 2011
- 8) Vasilyeva IN, Bespalov VG, Semenov AL, Baranenko DA, Zinkin VN, The Effects of Low-Frequency Noise on Rats: Evidence of Chromosomal Aberrations in the Bone Marrow Cells and the Release of Low-Molecular-Weight DNA in the Blood Plasma, Noise&Health 19, 2017
- 9) Dornreiter I, Der Zusammenhang von strahleninduziertem Zelltod (Apoptose) und dem protektiven G2/M Arrest in menschlichen Zellen, Heinrich-Pette-Institut für experimentelle Virologie und Immunologie, Univ. Hamburg, 2006
- 10) Antunes A, Borrecho G, Olivera P, Brito J, Aguas A, dos Santos JM, Immunohistochemical evaluation of cardiac43 in rats exposed to low-frequency noise, Int J Clin Exp Pathol, 2013
- 11) Test-Kits: z.B. <https://www.raybiotech.com> z.B. <https://promega.com>
- 12) Kuang Z, Huang R, Yang Z, Lv Z, Chen X, Xu F, Yi YH, Wu J, Huang RP, Quantitative Screening of serum protein biomarkers by reverse phase protein arrays, Oncotarget, 2018

Anmerkung A.S.:

Es stehen einfachere Nachweismethoden und wissenschaftliche Nachweismethoden zur Verfügung um eine potentielle gentoxische Schädigung von niederfrequentem Schall + Infraschall im Blut und Knochenmark zu überprüfen.

Was bedeutet das für Einwohner und Nutztiere in Niederasphe?

a) Es wird nach Installation der Windturbinen am Wasserbehälter Niederasphe mit hoher Wahrscheinlichkeit möglich sein, bei landwirtschaftlich Arbeitenden und bei Nutztieren mit längerer Exposition in der Nähe und jeder Entfernung von den Windturbinen innerhalb der 1.000 m Grenze eine Untersuchung von Blut und Knochenmark auf eine potentielle Genschädigung bei spezialisierten Laborinstituten zu veranlassen.

b) Es wird nach dem Bau der Windturbinen am Wasserbehälter Niederasphe mit hoher Wahrscheinlichkeit möglich sein, bei jedem Einwohner von Niederasphe, ob er gesundheitliche Beschwerden hat oder keine, eine Untersuchung von Knochenmark und Blut auf eine potentielle Genschädigung bei spezialisierten Laborinstituten zu veranlassen.

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.