

**EINE AUSARBEITUNG ZUM THEMA:
Vibroakustische Erkrankungen**

9. Erhöhter Austausch von Schwesterchromatiden in Lymphozyten des Blutes durch niederfrequenten Schall + Infraschall + Vibrationen

Erstmalig haben Silva MJ, Castelo Branco NAA und Mitarbeitende 1999 auf die Möglichkeiten gentoxischer Schäden durch hohe Schalldruckpegel von niederfrequentem Schall + Infraschall + Vibrationen bei Menschen und Tieren hinweisen (1, 2, 3). Ausgangspunkt der Untersuchung des Betriebsarztes Castelo Branco NAA und Mitarbeitende war ihre Beobachtung, dass sich bei Arbeitenden in der Luftfahrtindustrie, die langjährig hohen Schalldruckpegeln >90 dB mit hohem Anteil von niederfrequentem Schall <500 Hz + Infraschall <20 Hz + Ganzkörpervibration ausgesetzt waren gehäufte Hinweise auf bösartige Tumoren, Infektionen des Mund-Rachenraums, der Bronchien und der Haut, Autoimmunerkrankungen (Lupus Erythematodes, Vitiligo), Missbildungen bei neugeborenen Tieren sowie Entwicklungsstörungen bei Jungtieren zeigten (4, 5).

Auffällig war auch, wie Castelo Branco NAA durch seine mikroskopischen Untersuchungen geschädigten organischen Gewebes immer wieder feststellte, dass die geweblichen Veränderungen als Folge der Schädigungen durch niederfrequenten Schall + Infraschall + Vibrationen (Zellschädigungen, Bindegewebsvermehrung) ohne begleitende Entzündungszeichen waren (4, 5, 6).

Die Arbeitshypothese von Castelo Branco NAA war, dass die Kombination von hohen Schalldruckpegeln von niederfrequentem Schall + Infraschall + Vibrationen einen schädlichen Effekt auf das Immunsystem bzw. sogar einen gentoxischen Effekt haben könnte. Gentoxizität ist die reversible oder irreversible Schädigung des Erbgutes (DNA) durch chemische oder physikalische Einflüsse. Irreversible Veränderungen an der DNA können kanzerogen (krebsauslösend), teratogen (fruchtschädigend) und mutagen (vererbbar) sein.

Der Austausch von Schwesterchromatiden in einer kernhaltigen Zelle ist das Ergebnis von Reparaturmechanismen durch homologe Rekombination von 2 DNA-Teilstücken nach DNA-Brüchen. Ein Austausch von Schwesterchromatiden, z.B. in den Lymphozyten des Knochenmarks und Blutes, entsteht durch Reparaturmechanismen mit 2 identischen Schwesterchromatiden geschädigter Chromosomen. Ein Austausch von Schwesterchromatiden tritt auch bei gesunden Zellen im normalen Stoffwechsel auf. Ein Anstieg der normalen Häufigkeit des Austauschs von Schwesterchromatiden kann auf eine verstärkte DNA-Schädigung mit Anstieg der Reparaturmechanismen hinweisen z.B. nach Einwirkung chemischer Substanzen oder physikalischer Energie. Ein erhöhter Austausch von Schwesterchromatiden wird als ein sensibler Indikator einer Instabilität von Genomen betrachtet (7, 8).

Eine seltene Erbkrankheit, das Bloom's Syndrom, mit hoher Rate von Chromosomenbrüchen und teilweise bis 10-fach erhöhtem Austausch von Schwesterchromatiden, auch in den Lymphozyten des Blutes, ist durch erhöhte Krebshäufigkeit, Schwäche des Immunsystems mit gehäuften Infekten besonders der Bronchien und Lunge, vorgeburtlichen und nachgeburtlichen Wachstumsstörungen, Missbildungen, Infertilität und Pigmentstörungen gekennzeichnet (7, 8).

Auffallend ist, dass Castelo Branco NAA bei seinen untersuchten Arbeitenden in der Flugzeugindustrie, die Jahre und Jahrzehnte hohem Schalldruckpegel mit niederfrequentem Schall + Infraschall + Vibrationen ausgesetzt waren, eine etwas ähnliche Erkrankungskombination beschrieben hat. Das kann zufällig sein aber auch nicht.

Methode: Silva MJ, Castelo Branco NAA und Mitarbeitende untersuchten den Effekt von berufsbedingtem niederfrequentem Schall + Infraschall mit hohem Schalldruckpegel + Vibrationen auf den Austausch von Schwesterchromatiden der Lymphozyten, kernhaltige Zellen des lymphatischen Systems mit zentraler Funktion in der Immunabwehr im Blut (8). Lymphozyten können Antikörper gegen Krankheitserreger produzieren, Viren bekämpfen und auch Krebszellen vernichten.

Untersuchung 1: Silva MJ, Castelo Branco NAA und Mitarbeitende verglichen den prozentualen Anteil des Austauschs von Schwesterchromatiden in den Lymphozyten des Blutes von Beschäftigten in Fabriken der Luftfahrtindustrie mit Exposition von hohen Schalldruckpegeln von niederfrequentem Schall <500 Hz + Infraschall <20 Hz + Ganzkörpervibrationen mit dem von nicht exponierten Kontrollpersonen in Büros.

Die Lymphozyten des Blutes von 50 Arbeitern, die verschiedene Tätigkeiten mit beruflicher Exposition mit starkem Schall und Vibration ausgesetzt waren (Techniker und Hubschrauberpiloten), wurden mit den Lymphozyten von 34 Büroarbeitern als Kontrollen verglichen. Das Testprinzip beruhte auf einer unterschiedlichen Anfärbung von homologen Schwesterchromatiden eines Chromosoms in Blutaustriechen. Die Auswertung des Tests geschah lichtmikroskopisch nach Anfärbung von Lymphozyten des Blutes durch Zählung des Anteils des Austauschs von Schwesterchromatiden in den Lymphozyten.

Ergebnis: Es wurde ein hochsignifikanter Anstieg des Austauschs von Schwesterchromatiden bei denen gefunden, die beruflich hohem Schalldruckpegel von niederfrequentem Schall <500 Hz + Infraschall <20 Hz + Vibrationen ausgesetzt sind gegenüber den Kontrollpersonen aus Büros.

Diskussion: Die langjährig erhöhte Austauschrate von Schwesterchromatiden könnte die erhöhte Häufigkeit von Tumoren, Infektanfälligkeit und Autoimmunerkrankungen erklären.

Methodenkritik: Bei den untersuchten Arbeitern wirkten neben niederfrequentem Schall +

Infraschall + Ganzkörpervibrationen auch Schadstoffe der Luft am Arbeitsplatz und Stress bei der Arbeit als Co-Faktoren mit.

Untersuchung 2: Die Lymphozyten von 9 Alpha Jet Aircraft-Piloten, die berufliche der Exposition mit niederfrequentem Schall und Vibration ausgesetzt sind, wurden mit 10 Kontrollpersonen des Luftwaffenstützpunkts am Boden verglichen.

Ergebnis: Es zeigte sich eine signifikante Erhöhung des Austauschs von Schwesterchromatiden der Piloten gegenüber den Kontrollpersonen der Basis des Luftwaffenstützpunkts.

Methodenkritik: Auch bei den Luftwaffenpiloten können noch andere schädigende Co-Faktoren mitbeteiligt sein.

Untersuchung 3: In Tierversuchen wurde nachgewiesen, dass die gleichzeitige Einwirkung niederfrequentem Schall + Vibrationen 300 und 600 Stunden lang eine höhere Frequenz des Austauschs von Schwesterchromatiden von Milzzellen der Maus bewirkt als Kontrolltiere, niederfrequenter Schall allein nicht.

Lit.:

- 1) Silva MJ, Carothers A, Castelo Blanco NAA, Dias A, Boavida MG, Sister chromatid exchange analysis in workers exposed to noise and vibration, Aviat Space Environ Med, 1999
- 2) Silva MJ, Carothers A, Castelo Blanco NAA, Dias A, Boavida MG, Increased levels of sister chromatid exchanges in military aircraft pilots, Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 1999
- 3) Silva MJ, Dias A, Barreta A, Nogueira PJ, Castelo Branco NAA Boavida MG, Low frequency noise and whole body vibration cause increased levels of sister chromatid exchange in splenocytes of exposed mice, Teratogenesis, Carcinogenesis and Mutagenesis, 2002
- 4) Castelo Branco NAA, Alves-Pereira M, Vibroacoustic disease, Noise & Health, 6, 2004
- 5) Castelo Branco NAA, Alves-Pereira M, Vibroacoustic disease - A Review, Revista Lusofona de Ciencias e Tecnologias da Saude, 2010
- 6) Ferreira J R, Mendes CP, Alves-Pereira M, Castelo Branco NAA, Respiratory squamous cell carcinomas in vibroacoustic disease, Rev Port De Pulmol, 2006
- 7) Amor-Gueret M, Bloom's syndrome, Orphanet Encyclopedia, 2004
- 8) van Wietmarschen N, Landsdorp PM, Bromodeoxyuridine does not contribute to sister chromatid exchange events in normal or Bloom syndrome cells, Nucleic Acids Research, 2016 Wikipedia, Schwesterchromatidaustausch

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.**