



일상생활에서의 저주파음의 노출과 건강영향 2

- 진동음향질환

산업안전보건연구원 직업병연구센터 / 김 규 상

주요내용

- ① 인간의 청력 ② 일반인의 소음 노출 ③ 환경소음과 도시소음의 문제
- ④ 일상생활에서의 저주파음의 노출과 건강영향 ⑤ 소음환경 하에서의 어음인지와 청력손실
- ⑥ 소음 노출과 일시적 난청 ⑦ 소아 아동의 소음 노출과 청력영향
- ⑧ 취미 및 스포츠 활동에 따른 소음 노출과 청력영향 ⑨ 청력의 연령효과와 노인성 난청
- ⑩ 건강행태(음주, 흡연 등)와 청력영향 ⑪ 일반 질병(당뇨, 심장질환 등)에 의한 청력영향
- ⑫ 화학물질의 이독성 ⑬ 소음 이외 물리적 요인(진동, 라디오파, 방사선 등)에 의한 청력영향
- ⑭ 특수 종사자의 청력영향(공공 근무 종사자, 군인, 음악가, 기타 등) ⑮ 청력보존프로그램의 평가
- ⑯ 소음성 난청의 청능재활

지난 호에 이어 이번 호에서는 저주파음의 노출에 의한 건강영향, 즉 진동음향질환(vibroacoustic disease, VAD)을 구체적으로 기술하고자 한다. 저주파 소음의 과다 노출에 따른 비청각학적 영향의 진동음향질환은 항공기술자, 비행조종사, 철도종사자 및 선박 승무원 등을 대상으로 최초 진단되어 보고되었다. 진동음향질환은 염증반응의 경과 없이 진행되는 교원질(collagen)과 탄력소(elastin)의 이상 증식으로 인한 전신 병리 현상이다.

Alves-Pereira와 Castelo Branco의 진

동음향질환에 대한 지난 25년간의 연구 고찰 결과(Alves-Pereira와 Castelo Branco, 2007)를 정리하며, 이 논문에서 고찰한 참고 문헌도 제시하고자 한다.

진동음향질환은 포르투갈의 Castelo Branco의 OGMA 근로자를 대상으로 한 연구가 많이 축적되어 현재에 이르고 있다.

Castelo Branco는 포르투갈의 3,500명이 근무하는 항공기 제조 및 수리업체(OGMA)의 의료관리자로서 1980년부터 위 회사의 근로자의 건강을 관찰하며, 질병

을 진단 보고하였다. OGMA는 1918년에 설립되어 1960년대 이후의 모든 근로자에 대한 의무기록을 보관, 관리하고 있다.

1. 저주파소음에 의한 진동음향질환의 시기별 연구

저주파소음에 의한 진동음향질환의 시기별 연구를 정리하면 다음과 같다.

가. 1980-1988년

저주파음에 의한 건강 문제는 1980년대 이후부터 최초 보고되었다. GIMOGMA 팀명으로 간질(GIMOGMA, 1984a), 뇌간 청성유발반응 연구(GIMOGMA, 1984b), 소음 불내성(noise intolerance) 또는 소음에 의한 불쾌감(annoyance)이라고 알려진 소음에 대한 과민증(hyper-sensibility)에 대한 최초 보고가 있었다.

혈관에 대한 영향도 의심되었다. 포르투갈의 일반인구집단의 간질(epilepsy)의 발생률은 0.2%인데 반해 306명의 항공기술자 중 10%가 만기 발현 간질(late-onset epilepsy)을 진단받았다(GIMOGMA, 1984a). 이 시점에서는 이 근로자에서 관찰되는 신경학적 병리소견을 진동에 과다노출에 기인하는 “진동병(vibration disease)”으로 처음에 불렀다.

항공기술자에 대한 중추신경계에 대한 자

기공명영상(Cruz Mauricio 등, 1988)과 인지전위(cognitive potential, P300) (Moniz Botelho 등, 1988)에서 이상소견을 보였다.

다른 연구에서는 치아 포상구조(dental alveolar structure)의 손상(Cortez-Pimentel과 Castelo Branco, 1988), 지혈(haemostasis)과 응고(coagulation)의 변화(Crespo 등, 1988), 망막 혈관조영술에서의 이상(van Zeller 등, 1988) 등의 비신경학적 변화가 관찰되었다.

이 근로자들 중 원인을 알 수 없는 흉막삼출(pleural effusion) 4 사례가 발생하였으나 표준 치료방법에 전형적으로 반응하지 않고 오랜 회복기간을 가졌다.

이 기간 동안 항공기 기술자에서 관찰되는 병리를 설명하는 용어로 “전신진동증후군(systemic vibration disease)”을 사용하였다(Pimenta 등, 1988).

1987년 9월에 항공기 기술자에 대한 부검으로(Castelo Branco, 1999b) 11명이 이전의 심근경색으로 인한 반흔(scars of previous silent infarct events), 이전에는 발견되지 않았던 2개의 악성 암(신장과 뇌), 비후화된 혈관벽과 심낭막(pericardium) 및 국소적인 폐 섬유화가 보고되었다.

나. 1989-1992년

이 기간 동안에 저주파(ILFN)에 노출되는 항공기 기술자의 질병에 대한 근본적인 원인이 규명되어 병리학적 실체가 “전신소

음진동증후군(whole-body noise and vibration syndrome)”이라 명명되었다(Castelo Branco, 1992).

부검 초음파 연구에서 비후화된 혈관과 심막이 관찰되고, 모든 항공기술자는 심막의 이상 또는 심장판막의 비후 소견을 보였다(Araujo 등, 1989).

경동맥 혈관조영술(carotid angiography)에서는 경동맥 비후 소견을 보였고(Albuquerque 등, 1991; Carmo 등, 1992), 저주파에 노출되는 헬리콥터 조종사(Carmo 등, 1992)와 육군 파일럿(Canas 등, 1993)에서도 이와 비슷한 소견을 보였다.

호흡기의 저주파 노출에 대한 영향을 보기 위한 동물실험에서도 흉막 삼출 소견을 보였다.

다. 1993-1999년

1993년에 이와 같은 병리학적 실체에 대해 “진동음향증후군(vibroacoustic syndrome)”이라는 명칭이 제안되었다(Castelo Branco 등, 1996).

저주파음에 대한 주 표적기관이 호흡기라는 동물실험 결과가 나타났는데, 기관, 폐와 흉막(pleura)의 과다 섬유화/교원질, 기관과 기관지의 섬모 전단 손상, 기관과 기관지쇄모상 세포의 미세융모 융해(fused actin-based microvilli of trachial and bronchial brush cells)(Sousa Pereira 등, 199a; Grande 등, 1999). 비전형적인

흉막 삼출 사례는 흉막 식세포 능력(pleural phagocytic capabilities)(Oliveira 등, 1999)와 함께 흉막 미세융모(pleural microvilli)의 형태학적 결손(Sousa Pereira 등, 1999b)으로 부분적인 설명이 되었다.

저주파음에 노출되어 나타나는 부가적인 신경학적 질환으로, 조숙아나 신생아에서 나타나는 손바닥-턱반사(palmo-mental reflex)의 출현(Martinho Pimenta 등, 1999a), 평형 장애(Martinho Pimenta 등, 1999b), 청각 자극에 의해 유발되는 안면 이상운동증(facial dyskinesia)(Rosado 등, 1993; Martinho Pimenta와 Castelo Branco, 1999c)이 확인되었다.

동물(Silva 등, 2002b)과 인간(Silva 등, 1999; 2002a) 모두에서 저주파음에 의한 유전독성(genotoxicity)과 쥐에서의 기형발생(teratogenic feature)(Castelo Branco 등, 2003g)도 관찰되었다.

라. 2000년 이후

저주파음에 노출되는 민간 항공기 조종사와 선실 승무원과 같은 다른 전문가에 대한 연구에서 항공기술자와 군 조종사의 확진된 심장초음파 소견이 연구되었다(Araujo 등, 2001).

과다 CO₂ 노출환경에서 과호흡이 불가능한 진동음향질환 환자의 신경학적 병리가 밝혀지고(Reis Ferreira 등, 2003a), 진동음향질환 환자의 심낭막에서 세포사(cell-

lular death)가 관찰되어 이 진동음향질환 환자에서 자가면역질환이 많이 발생한다는 가설을 뒷받침하고 있다(Castelo Branco 등, 2004b).

동물실험을 통해 와우 섬모의 용해의 생역학적인 기전으로 소음에 대한 과민증을 설명할 수 있다(Castelo Branco 등, 2003a).

푸에르토리코의 Vieques에서 저주파음에 크게 환경 노출된 첫 사례 보고가 있었다(Torres 등, 2001). 이때의 저주파음은 육군의 훈련과정에 의해 노출되었다. 아일랜드의 더블린(Monteiro 등, 2004), 포르투갈의 리스본(Araujo 등, 2004) 등에서 진동음향질환 관련 징후와 증상을 보이는 환자 사례 보고가 있었다.

진동음향질환 환자의 기관지 내시경 소견에서 비정상적인 양의 교원질과 혈관상(vascular beds)의 신생 형성(neo-formation)이 관찰되었다. 교원질 섬유화의 과정은 항핵항체(anti-nuclear antibody)의

양성 반응과 관련되고 자가면역 과정으로 이해된다(Monteiro 등, 2004a).

2. 진동음향질환의 임상 단계

진동음향질환의 임상 단계를 밝히기 위해 306명의 항공기술자를 1990년대 중반까지의 의무기록을 전반적으로 검토하였다.

306명은 OGMA에 10년 이상 고용되어 작업한 근로자로 제외 선별기준을 통해 선택하였다. 제외 선별기준(exclusion criteria)은 연쇄구균 감염, 당뇨, 기존의 심혈관 질환자, 흡연자(매일 20개비 이상의 흡연자), 알코올 남용자(매일 11잔 이상의 와인 음주자), 약물 남용자이었다(Castelo Branco 등, 1999a).

140명(평균 연령 42세, 표준편차 10.4)의 기술자가 선정되었으며, 166명은 제외되었다.

아래 <표 1>은 일 8시간, 주 5일의 표준 작업을 수행하였을 때 항공기술자에서 특이

<표 1> 진동음향질환의 임상단계

임상단계	증상/징후
Stage I - Mild (1-4년)	경도의 기분의 동요(slight mood swings), 소화불량 및 가슴앓이(heart-burn), 구강/인후염, 기관지염
Stage II - Moderate (4-10년)	홍통, 확실한 기분의 동요(definite mood swings), 요통, 피로감, 진균·바이러스·기생충 피부감염, 위의 염증(inflammation of stomach lining), 배뇨통 및 혈뇨, 결막염, 알레르기
Stage III - Severe (>10년)	정신장애, 소화기·결막 및 비출혈, 정맥류성 정맥, 치질, 십이지관염, 연속성 대장염(spastic colitis), 시력저하, 두통, 심한 관절통, 격심한 근육통, 신경장애

* 임상단계의 구분에 따른 기간은 위 증상이나 징후가 대상자의 50%가 나타나는 기간임 (Castelo Branco, 1999a)

하게 발생하는 징후와 증상을 보여준다.

그러나 모든 저주파음 노출 근로자가 이와 같은 노출 일정을 보여주지 않는다.

예를 들어 함선의 기계 운전자는 선상에서 3주를 보내며(즉, 실제적으로 저주파음에 고노출됨) 2주는 집에서 거주(저주파음에 전혀 노출되지 않음)하고(Arnot, 2003), 잠수함과 급유 조작자, 우주 비행사 등과 같은 전문영역의 활동에서는 저주파음의 노출 시간이 일 8시간이 되지 못한다.

3. 진동음향질환 관련 병리

140명의 항공기술자에서 관찰되는 다른 중요한 병리소견은 조사 대상의 50%에서 관찰되지 않아 표에서 제외되었다. 그럼에도 불구하고 발생률은 임상적으로 중요하다. 호흡부전(respiratory insufficiency)은 140명 중 24명에서 발견되었으며 이중 11명이 흡연자였다. 140명 중 45명이 흡연자이였으며, 이중 38명이 20년 이상 저주파음에 직업적으로 노출되었다.

간질은 22명이 진단받았으며, 일부는 작업전환으로 간질은 호전되었다. 시각자극 및 진동자극에 의한 반사성 간질(reflex epilepsy)(Martinho Pigmenta와 Castelo Branco, 1999c)은 2명에서 관찰되었으나, 청각 자극은 발작(seizure)을 촉발하지 않았다. 다만 방아쇠 노반응(triggered

rage reaction)과 운동장애(movement disorder)를 촉발하였다(Martinho Pigmenta와 Castelo Branco, 1999d, e). 평형 장애는 어지럼증(dizziness)에서 심한 현훈(vertigo)까지 80명에서 관찰되는 주 증상이었다(Martinho Pigmenta, 1999f). 비경련성의 신경학적 결손(non-convulsive neurological deficit)의 독특하고 급작스러운 증상 발현(episode)은 11명에서 발생하였다.

영상학적 연구 결과, 이들은 대뇌의 허혈성 혈관장애(cerebral ischaemic vascular accidents)로 진단받았다. EEG와 multi-modal evoked potential에서 임상적인 정신신경학적 문제와 일치하는 고려할 만한 전기신경학적 변화를 보여주었다.

내분비질환, 거의 대부분의 감상선 기능 장애는 18명이었다. 포르투갈 일반 성인인구집단의 감상선기능장애 비율이 0.97%인 반면에 140명의 항공기술자에서는 12.8%이었다.

이와 유사하게 당뇨가 16명(평균연령 39세, 표준편차 7.8년)(11.4%)로 동일 연령대의 일반인구집단 4.6%보다 높게 나타났다(Castelo Branco, 1999a).

140명의 기술자 중 28명이 악성종양을 가졌으며, 28명은 동시에 여러 종류의 암을 가지고 있었다. 5명의 중추신경계 암(malignant gliomata), 6명의 호흡기암(편평세포

암; 폐암 5명, 인두암 1명), 이외에 위암(10명), 대장암과 직장암(9명), 연부조직암(1명), 방광암(1명)이었다(Castelo Branco, 1999a).

이러한 결과는 저주파음의 유전독성 연구로 이끈다. 사람(Silva 등, 1999, 2002a)과 동물실험(Silva 등, 2002b) 모두에서 저주파음은 유전독성 동인으로 자매염색체교환(sister chromatid exchange)의 발생빈도를 높였다.

2003년 최근에는 진동음향질환 환자에서 호흡능의 감소(Reis Ferreira 등, 2003a; Castelo Branco 등, 2003b) 등의 새로운 병리학적 징후를 보고하고 있다. 진동음향질환 환자는 $P_{0.1}(CO_2)$ 지표와 메타콜린검사(metacholine reactivity test)를 제외하고는 폐기능검사에서 정상이었다. $P_{0.1}(CO_2)$ 지표는 흡기 후 0.1초간의 입에서 발생하는 흡기압력 측정치이다. $P_{0.1}(CO_2)$ 지표가 정상에서는 60% 이상이나 진동음향질환 환자에서는 50% 이하를 보인다.

마지막으로 저주파음 노출자의 자가면역질환을 들 수 있는데, 진동음향질환 환자의 심내막 세편의 전자현미경상 세포사(non-apoptotic cellular death)가 빈번하게 관찰된다(Castelo Branco 등, 2003c).

루푸스(lupus)도 비행대원에서 관찰되었고(Araujo 등, 2001), 저주파음에 환경적으로 노출되는 섬 거주민의 전 가족에서도 관찰되었다(Torres 등, 2001).

백반증(vitiligo)은 특히 저주파음에 노출되는 섬 거주 인구집단에서 발견되는 또 다른 소견이다. 백반증은 CD8과 CD4 림프구의 면역학적 변화와 관련된다. 이와 같은 면역학적 변화는 저주파음에 노출되는 근로자군(Castro 등, 1999)과 실험모델(Aguas 등, 1999b)에서도 관찰된다.

다른 연구자에서 소음 노출군에서 자가면역질환의 실재를 뒷받침하고 있다(Matsumoto 등, 1989, 1992; Jones 등, 1976; Soutar 등, 1974; Lipp mann 등, 1973).

4. 진동음향질환의 진단

진동음향질환의 특이소견으로 염증성 반응이 없고 심장의 이완기의 기능장애(diastolic dysfunction)가 없어 심내막과 심장밸브의 두께를 심초음파로 평가하는 것이 진동음향질환 진단(비공식적인 진단 목적이지만)을 하는데 있어 중요하다(Holt, 2000). 그러나 초음파 영상의 한계로 심초음파는 법적/법의학적 목적으로 충분하지 않다. 그러므로 법적으로 진동음향질환을 증명하기 위해서는 기관지내시경과 같은 침습적인 진단방법이 필요하다(Reis Ferreira 등, 2006).

다른 보완적인 진단도구로는 뇌간유발반응과 인지유발전위(cognitive evoked potential, P300), 뇌 자기공명영상, PCO_2 재

호흡검사(rebreathing test), 혈액응고인자 및 신경학적 진찰 등이 있다.

다음 아래와 같은 소견이 하나라도 있으면 진동음향질환을 의심할 수 있다.

- 소음에 매우 민감하다. 어떠한 소음이라도 참을 수 없다. 소음이 나를 미치게 한다. 큰 소음에 노출되면 나는 깜짝 놀라게 된다.
- 나는 피곤하여 깨어나며, 충분하게 숙면을 취하지 못한다.
- 때때로 쇼핑물이나 레스토랑에서 숨을 쉬지 못할 것처럼 느낄 때가 있어 그곳에서 벗어나야 한다.
- 자주 심장 박동을 느끼고, 때때로 심장이 가슴 밖에서 뛰는 것처럼 느낄 때가 있다.
- 담배를 피우지 않지만 기침을 하고 아무 이유없이 인후가 끊임없이 자극되고 목소리가 쉬게 된다. 이에 따른 의학적 처치는 별로 소용이 없다.

또는 아래 진단을 받았다면 진동음향질환 환자로 볼 수 있다.

- 만기 발현 간질(late-onset epilepsy)
- 평형 장애
- 편두통

- 호흡기 암, 특히 비흡연자
- 자가면역질환, 특히 전신성홍반성루푸스(SLE)와 백반증

5. 진동음향질환 환자에서 고려할 사항

법적으로, 과도한 소음 노출로 인한 난청만이 인정되고 있다.

따라서 산업의 진동음향질환을 소음에 의해 야기될 수 있다는 생각을 갖지 못하고, 더구나 일상의 임상검사(임상화학검사, EKG, EEG 등)에서는 어떠한 병리적 소견의 실재를 뒷받침하지 않고 있어 상기 기술한 진동음향질환과 관련한 여러 증상과 징후 <표 1>를 거짓반응 또는 건강염려증으로 간주하였다.

대부분의 진단학적 검사는 생역학적 기전이나 경로에 기반하지 않고 생화학적 변화에 기초하기 때문이다.

직업적으로 저주파음에 노출되는 사례에서 근로자는 조기 퇴직을 강요받는 장애가 발생할 수 있다(Castelo Branco 등, 1999d). 📄

참 고 문 헌

- Aguas AP, Esaguy N, Castro AP, Grande NR, Castelo Branco NAA. Effect low frequency noise exposure on BALB/C mice splenic lymphocytes. *Aviat Space Environ Med* 1999b;70:A128-A131.
- Albuquerque e Sousa J, Dinis da Gama A, Macedo MV, Cassio I, Castelo Branco NAA. 1991. Carotid angiodynographic studies in individuals occupationally exposed to noise and vibration. *Aviat Space Environ Med* 1991;62:134(abstract).
- Alves-Pereira M, Castelo Branco NAA. Vibroacoustic disease: Biological effects of infrasound and low-frequency noise explained by mechanotransduction cellular signalling. *Prog Biophys Mol Biol* 2007;93(1-3):256-279.
- Araujo A, Ribeiro CS, Correia MJF, Pais F, Castelo Branco NAA. Echocardiographic appearances in patients with the whole-body noise and vibration disease. *MEDICEF-Direct Inform(France)* 1989;2:101-102.
- Araujo A, Alves-Pereira M, Joanaz de Melo J, Castelo Branco NAA. Environmentally-induced vibroacoustic disease in a suburban family. In: *Proceedings of the 11th International Congress on Sound and Vibration, St. Petersburg, Russia, 2004*, pp. 1767-1774.
- Carmo G, Albuquerque e Sousa J, Dinis da Gama A, Castelo Branco NAA. Carotid angiodynographic studies in helicopter pilots. *Aviat Space Environ Med* 1992;63:385(abstract).
- Canas J, Martinho Pimenta AJF, Castelo Branco NAA. ERP P300 and MRI studies of the CNS in military pilots, a comparative study of early degenerative brain processes. *Aviat Space Environ Med* 1993;64:451(abstract).
- Castelo Branco NAA. The whole-body noise and vibration syndrome. *Rev Port Med Mil* 1992;40:16.
- Castelo Branco NAA. The clinical stages of vibroacoustic disease. *Aviat Space Environ Med* 1999a;70(Suppl. 3):A32-A39.
- Castelo Branco NAA. A unique case of vibroacoustic disease. A tribute to an extraordinary patient. *Aviat Space Environ Med* 1999b;70(Suppl. 3):A27-A31.
- Castelo Branco NAA, Aguas AP, Sousa Pereira A, Monteiro E, Fragata JIG, Grande NR. The pericardium in the vibroacoustic syndrome. *Cardiovas Diag Prog* 1996;13(4):284 (Abstract).
- Castelo Branco NAA, Rodriguez Lopez E. The vibroacoustic disease - an emerging pathology. *Aviat Space Environ Med* 1999a;70(March, Suppl.):A1-A6.
- Castelo Branco NAA, Rodriguez Lopez E, Alves-Pereira M, Jones DR. Vibroacoustic disease,

- some forensic aspects. *Aviat Space Environ Med* 1999;70(Suppl. 3):A145–A151.
- Castelo Branco NAA, Alves–Pereira M, Martins dos Santos J, Monteiro E. SEM and TEM study of rat respiratory epithelia exposed to low frequency noise. In: Mendez–Vilas A. (Ed.), *Science and Technology Education in Microscopy. An Overview*, Vol. II, Formatex, Badajoz, Spain, 2003a, pp. 505–533.
 - Castelo Branco NAA, Martinho Pimenta AJ, Reis Ferreira J, Alves–Pereira M. Monitoring vibroacoustic disease. In: *Proceedings of the Scuola Superiore. G. Reiss Romoli–Telecom Italia (SSGRRw)*, L’Aquila, Italy, no. 102, 2003b, 5p. (<http://www.ssgrr.it/en/ssgrr2003w/papers/129.pdf>)
 - Castelo Branco NAA, Fragata JI, Martins AP, Monteiro E, Alves–Pereira M. Pericardial cellular death in vibroacoustic disease. In: *Proceedings of the Eighth International Congress of Noise as a Public Health Problem*, Rotterdam, Holland, 2003c, pp. 376–377.
 - Castelo Branco NAA, Monteiro E, Costa e Silva A, Reis Ferreira J, Alves–Pereira M. Respiratory epithelia in Wistar rats born in low frequency noise plus varying amounts of additional exposure. *Rev Port Pneumol* 2003g;IX(6):481–492.
 - Castelo Branco NAA, Fragata JI, Monteiro E, Alves–Pereira M. Pericardial cellular death in vibroacoustic disease patients. In: *Proceedings of the 11th International Congress on Sound and Vibration*, St. Petersburg, Russia, 2004b, pp. 1753–1760.
 - Castro AP, Aguas AP, Grande NR, Monteiro E, Castelo Branco NAA. Increase in CD8+ and CD4+ T lymphocytes in patients with vibroacoustic disease. *Aviat Space Environ Med* 1999;70(Suppl. 3):A141–A144.
 - Cortez–Pimentel JAB, Castelo Branco NAA. Systemic vibration disease VII, the dento–alveolar structure. *Rev Port Med Mil* 1988;36(1):123–127(in Portuguese, Abstract in English).
 - Crespo F, Ferreira ACN, Castelo Branco MSN, Castelo Branco NAA. Systemic vibration disease III, coagulation and hemostasis study in patients with this disease. *Rev Port Med Mil* 1988;36:86–89(in Portuguese, Abstract in English).
 - Cruz Mauricio J, Martinho Pimenta AJF, Castelo Branco NAA. Systemic vibration disease IV, central nervous system imaging through magnetic resonance. *Rev Port Med Mil* 1988;36:90–96(in Portuguese, Abstract in English.).
 - GIMOGMA. Epilepsy of vascular aetiology, a clinical picture of vibration disease? *Rev Port Med Mil* 1984a;32:5–9(in Portuguese).
 - Grande N, Aguas AP, Sousa Pereira A, Monteiro E, Castelo Branco NAA. Morphological changes in the rat lung parenchyma exposed to low frequency noise. *Aviat Space Environ Med* 1999;70(Suppl. 3):A70–A77.

- Holt BD. The pericardium. In: Furster V, Wayne Alexander R, Alexander (Eds.), Hurst's The Heart, McGraw-Hill Professional Publishing, New York, 2000, pp. 2061-2082.
- Jones RN, Turner-Warwick M, Ziskind M, Weill H. High prevalence of antinuclear antibodies in sandblasters' silicosis. *Am Rev Resp Dis* 1976;113:393-395.
- Lippmann M, Eckert HL, Hahon N, Morgan WKC. Circulating antinuclear and rheumatoid factors in coal miners. A prevalence study in Pennsylvania and West Virginia. *Ann Int Med* 1973;79:807-811.
- Martinho Pimenta AJF, Castelo Branco MSN, Castelo Branco NAA. The palmo-mental reflex in vibroacoustic disease. *Aviat Space Environ Med* 1999a;70(Suppl. 3):A100-A106.
- Martinho Pimenta AJF, Castelo Branco MSN, Castelo Branco NAA. Balance disturbances in individuals with vibroacoustic disease. *Aviat Space Environ Med* 1999b;70(Suppl. 3):A96-A99.
- Martinho Pimenta AJF, Castelo Branco NAA. Facial dyskinesia induced by auditory stimulation. A report of four cases. *Aviat Space Environ Med* 1999c;70(Suppl. 3):A119-A121.
- Martinho Pimenta AJF, Castelo Branco NAA. Epilepsy in vibroacoustic disease - a case report. *Aviat Space Environ Med* 1999d;70(Suppl. 3):A122-A127.
- Martinho Pimenta AJF, Castelo Branco NAA. Facial dyskinesia induced by auditory stimulation. A report of four cases. *Aviat Space Environ Med* 1999e;70(Suppl. 3):A119-A121.
- Martinho Pimenta AJF, Castelo Branco MSN, Castelo Branco NAA. The palmo-mental reflex in vibroacoustic disease. *Aviat Space Environ Med* 1999f;70(Suppl. 3):A100-A106.
- Matsumoto Y, Kawabe M, Yasue T, Yuguchi, M, Yoshida I. Two cases of scleroderma associated with vibration syndrome. *Jpn J Dermatol* 1989;99:155-161.
- Matsumoto Y, Yasue T, Mizuno N, Yoshida I. An immunoserological study of patients with vibration syndrome. *Occupat Environ Health* 1992;63:357-359.
- Moniz Botelho J, Martinho Pimenta AJF, Castelo Branco NAA. Systemic vibration disease V, P300 and brain mapping. *Rev Port Med Mil* 1988;36:97-115(in Portuguese, Abstract in English).
- Monteiro MB, Reis Ferreira J, Mendes CP, Alves-Pereira M, Castelo Branco NAA. Vibroacoustic disease and respiratory pathology III - tracheal and bronchial lesions. In: Proceedings of the Internoise 2004, Prague, Czeck Republic, 22-25 August, no. 638, 2004, 5p.
- Pimenta AJF, Castelo-Branco NAA, Manacas JE, Brito JLR, Martins AS. Systemic vibration disease II, clinical elements. *Rev Port Med Mil* 1988;36(2/3):72-85(In Portuguese, Abstract in English).
- Reis Ferreira J, Mendes CP, Antunes M, Martinho Pimenta AJF, Monteiro E, Alves-Pereira M,

- Castelo Branco NAA. Diagnosis of vibroacoustic disease—preliminary report. In: Proceedings of the Eighth International Congress of Noise as a Public Health Problem, Rotterdam, Holland, 2003a, pp. 112–114.
- Reis Ferreira J, Monteiro M, Tavares F, Serrano I, Monteiro E, Mendes CP, Alves–Pereira M, Castelo Branco NAA. Involvement of central airways in vibroacoustic disease patients. *Rev Port Pneumol* 2006;XII(2):93–105. *Recipeint of the 2004 Thome Villar/Boehringer Ingelheim Award. Available: www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/pne/v12n2/v12n2a01.pdf
 - Rosado P, Martinho Pimenta AJF, Castelo Branco NAA. The vibroacoustic syndrome IV. Facial dyskinesia induced by auditory stimulation. *Aviat Space Environ Med* 1993;64:451(in Abstract).
 - Silva MJ, Carothers A, Castelo Branco NAA, Dias A, Boavida MG. Sister chromatid exchanges workers exposed to noise and vibration. *Aviat Space Environ Med* 1999;70(Suppl. 3):A40–A45.
 - Silva MJ, Carothers A, Castelo Branco NAA, Dias A, Boavida MG. Increased levels of sister chromatid exchanges in military aircraft pilots. *Mut Res Gene Toxicol Environ Mutagen* 2002a;44(1):129–134.
 - Silva MJ, Dias A, Barreta A, Nogueira PJ, Carothers A, Castelo Branco NAA, Boavida MG. Low frequency noise and whole–body vibration cause increased levels of sister chromatid exchange in splenocytes of exposed mice. *Teratogen Carcinogen Mutagen* 2002b;22(3):195–203.
 - Sousa Pereira A, Grande NR, Castelo Branco NAA. The effect of low frequency noise on rat tracheal epithelium. *Aviat Space Environ Med* 1999a;70(Suppl. 3):A86–A90.
 - Sousa Pereira A, Grande NR, Castelo Branco MSN, Castelo Branco NAA. Morphofunctional study of rat pleural mesothelial cells exposed to low frequency noise. *Aviat Space Environ Med* 1999b;70(Suppl. 3):A78–A85.
 - Soutar CA, Turner–Warwick M, Parkes WR. Circulating antinuclear antibody and rheumatoid factor in coal pneumoconosis. *Brit Med J* 1974;3:145–147.
 - Torres R, Tirado G, Roman A, Ramirez R, Colon H, Araujo A, Pais F, Marciniak W, Nobrega J, Bordalo e Sa A, Lopo Tuna JMC, Castelo Branco MSN, Alves–Pereira M, Castelo Branco NAA. Vibroacoustic disease induced by long–term exposure to sonic booms. In: Proceedings of the Internoise 2001, The Hague, Holland, 2001, pp. 1095–1098.
 - Van Zeller P, Oliveira FC, Tavares C, Freitas AM, Castelo Branco NAA. Systemic vibration disease VI, retinal angiography. *Rev Port Med Mil* 1988;6(2/3):117–125(in Portuguese, Abstract in English).