تأثیر مصرف منیزیم خوراکی در حفاظت شنوایی

زهرا جعفری

شنوایی‌شناس

عضو کادر آموزشی دانشگاه علوم پزشکی ایران

به‌دنبال آزمایشهای انجام‌شده روی حیوانات و مشاهده ارتباطاتی بین سطح منیزیم سرم و تغییرات آستانه شنوایی دائمی ناشی از نویز (NIPTS) ، نقش منیزیم به‌عنوان عامل پیشگیری روی نمونه‌های انسانی که در معرض نویز زیان‌آور قرار داشتند، مورد بررسی قرار گرفت.

افراد مورد بررسی، ۳۰۰ نفر جوان سالم و با شنوایی طبیعی بودند که به‌تازگی وارد خدمت سربازی شده و دو ماه آموزش مقدماتی ارتش را می‌گذراندند. این آموزشها به‌ناچار حضور مکرر سطوح بالای نویزهای آنی را شامل می‌شد و افراد از محافظ (نظیر پلاگ) استفاده می‌کردند. در جریان این مطالعه دوسوکور، هر فرد به‌طور روزانه یک نوشیدنی اضافی دارای ۶/۷ mmol (۱۶۷ mg) منیزیم یا مقدار مشابهی دارونما (اسپارتات سدیم) دریافت می‌کرد.

نتایج این بررسی نشان داد که NIPTS در گروه دارونما نسبت به گروه منیزیم، به‌ویژه در کم‌شنوایی‌های دوطرفه به شکل بارزی بیشتر و شدیدتر است. NIPTS با میزان منیزیم گلبولهای قرمز خون به‌ویژه منیزیم سلولهای تک‌هسته‌ای ارتباط معکوس داشت. همچنین مشخص شد که مصرف طولانی‌مدت یک دوز کم از منیزیم خوراکی با هیچگونه اثر جانبی قابل توجهی همراه نیست. براین اساس، این مطالعه می‌تواند مقدمه‌ای بر بکارگیری یک روش طبیعی در کاهش کم‌شنوایی‌های ناشی از قرار گرفتن در معرض نویز باشد.

در بحث سلامت شغلی، NIPTS یکی از شایعترین موارد در محیطهای صنعتی و نظامی است. در نوددرصد از افرادی که در

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-09]

معرض نویز قرار می‌گیرند، NIPTS احتمالی به صورت توانی با سطوح نویز بیش از ۸۵ dBA و در معرض قرارگیریهای طولانی‌مدت افزایش می‌یابد. NIPTS تغییرات غیرقابل برگشتی را در سلولهای حسی و دیگر ساختارهای ارگان کرتی ایجاد می‌کند. استروسلیای سلولهای مویی، در ابتدا سلولهای مویی خارجی، به‌هم چسبیده و یا از بین می‌روند و همراه سلولهای حمایتی خرد و تکه‌تکه می‌شونه و درنهایت رشته‌های عصبی که سلولهای مویی را عصب‌دهی می‌کنند، از بین می‌روند. به‌نظر می‌رسد حساسیت فردی به نویز عامل تعیین‌کننده مهمی در NIPTS نهایی باشد. با توجه به این مطلب، عنوان شده که مکانیسم‌های بیوشیمیایی چون سطوح منیزیم پیش از قرارگرفتن در معرض نویز، می‌تواند در حساسیت به IPTS مؤثر باشد.

منیزیم در تنظیم نفوذپذیری غشاء سلولی، تحریک‌پذیری عصبی عضلانی و تولید و مصرف انرژی عاملی ضروری است. تبدیلات مکانیکی الکتریکی صرفاً مصرف‌کننده انرژی هستند. هر وضعیتی که مصرف انرژی را افزایش داده یا ذخیره انرژی را کاهش دهد، احتمال محدودیت عملکرد موقت یا دائم سلولهای مویی را افزایش می‌دهد. هنگام قرار گرفتن در معرض نویز که نیاز به مصرف بالای انرژی توسط سلولهای مویی است، کمبود منیزیم ممکن است احتمال NIPTS را افزایش دهد.

ارتباط افزایش NIPTS در سطوح پایین غلظت منیزیم سرم و پری‌لنف روی حیوانات آزمایشگاهی بررسی شده است، مصرف بیشتر منیزیم در رژیم غذایی جوندگان و قرار گرفتن آنها در سطوح بالای نویزهای آنی کاهش NIPTS را نشان داد. در یک بررسی گذشته‌نگر روی نمونه‌های انسانی، آستانه فرکانسهای KHZ ۳، KHZ ۴ و KHZ ۵ با سطح منیزیم سرم ارتباط معکوسی داشت. این اولین یافته‌ای بود که نشان داد سطح منیزیم سرم در انسانها ممکن است یکی از عواملی باشد که بر چگونگی حساسیت به کم‌شنوایی ناشی از نویز مؤثر است. هدف مطالعه اخیر بررسی این موضوع است که آیا مصرف طولانی‌مدت منیزیم اضافی نقش پیشگیری‌کننده‌ای در کاهش NIPTS در افرادی که مکرراً در معرض نویزهای آنی قرار می‌گیرند، دارد.

روش تحقیق

افراد تحت بررسی- این تحقیق در جریان دو ماه آموزش مقدماتی ارتش به‌صورت یک مطالعه دوسوکورو با کنترل دارونما انجام شد. ۴۰۰ سرباز مذکر با محدوده سنی ۱۷/۷-۱۸/۵ سال در زمینه اهداف و روشهای مطالعه آگاهی یافتند و رضایت خود را به شرکت در این مطالعه به‌صورت کتبی اعلام نمودند. آموزشهای مقدماتی سربازان ناگزیر همراه با نویزهای آنی است که ممکن است حتی با استفاده از محافظ گوش زیان‌آور باشند.

همه سربازان قبل از شروع بررسی تحت یک مجموعه آزمونهای وسیع بالینی و ادیولوژیک قرار گرفتند. سربازانی که در بررسی شرکت داده شدند، از نظر مقادیر بیوشیمیایی خون، عملکرد کلیه، الکتروکاردیوگرام و آستانه‌های شنوایی (سطوح آستانه شنوایی کمتر از ۲۰ dB در محدوده فرکانسی KHZ ۸-۱) طبیعی بودند. این سربازان به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵۰ نفری (دارونما و منیزیم) تقسیم شدند. محدوده وزن آنها بین Kg ۱۱۶-۴۹ با میانگین ۱۲/۲Kg ± ۷۰ بود. در تجزیه و تحلیل پارامترهای دموگرافیک فردی و پزشکی هیچگونه اختلافی بین دو گروه مشاهده نشد و نحوه تغذیه و زندگی همه افراد مثل آموزشهای نظامی مشابه بود.

اندازه‌گیری آستانه و نمونه‌گیری خون

اندازه‌گیری آستانه و نمونه‌گیری خونی در همه افراد قبل و پس از مطالعه انجام شد. آستانه‌های انتقال هوایی و استخوانی در اتاقکهای ضدصوت سیار (Industrial Acoustic Company, Bronx, Ny) با استفاده از ادیومترهای زیمنس و گوشیهای (TDH-49) کالیبره مطابق با استاندارد ISO بدست آمد.

ارزیابی‌های ادیولوژیک توسط متخصصین باتجربه شنوایی‌شناسی انجام شد. مقادیر ادیومتریک همه افراد قبل از قرار گرفتن در معرض صدا طبیعی بود. جهت جلوگیری از دخالت TTS (Temponary Threshold Shift) اندازه‌گیریهای پس از قرار گرفتن در معرض صداء ۷ تا ۱۰ روز پس از آخرین در معرض قرارگیری انجام شد. برای تخمین میزان منیزیم سرم اریتروسایتها (EMG) و سلولهای تک‌هسته‌ای (مونوسیتها و امنوسیتها) (MMG) از همه افراد ml ۱۲ نمونه خون گرفته شد. زمان گرفتن نمونه‌های خونی بین Am ۱۱- Am ۸ بود. سطح منیزیم سرم سلولهای قرمز و سلولهای تک‌هسته‌ای با یک اسپکتوروفوتومتر جذب اتمی (۲۳۸۰ Perkin-Elmer Perkin-Elmercorp, Norwalk, CT) تعیین شد. انحراف استاندارد در همه اندازه‌گیریها به‌جز MMg (SD =۷/۱٪) کمتر از ۴٪ بود.

قرار گرفتن در معرض نویز

در جریان آموزش نظامی، افراد به مدت ۸ هفته و در هفته ۶ روز در معرض نویزهای آنی با تفنگ M ۱۶ قرار داشتند. هر فرد به‌طور متوسط ۴۲۰ شلیک داشت. متوسط سطح قله هر شلیک dBA ۱۶۴ و زمان تداوم آن کمتر از یک میلی‌ثانیه بود. انرژی اصلی نویز آنی در طیفی بین KHZ ۵-۲ قرار داشت. محافظ مورد استفاده پلاگ بود که به‌طور متوسط سطح قله نویز را dB ۲۵ کاهش می‌داد.

استفاده از منیزیم و دارونما

در طول آموزش نظامی نظارت پزشکی نزدیکی وجود داشت.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-09]

هر فرد به‌طور روزانه در جریان تغذیه عصر دویست میلی‌لیتر نوشیدنی لیموناد اضافی دارای ۶/۷ mmol اسپارت منیزیم یا دارونما (اسپارت سدیم) دریافت می‌کرد. همه افراد رژیم غذایی یکسانی داشتند و میزان منیزیم رژیم ثابت بود. اثرات جانبی احتمالی همچون شکایات معده‌ای روده‌ای و علایم دیگری چون وزوز، گیجی و ضعف با یک پرسشنامه و معاینه پزشکی به‌صورت هفته‌ای پایش می‌شد.

تجزیه و تحلیل آماری

در تجزیه و تحلیل اطلاعات فقط اطلاعات افرادی که آموزشها را به‌طور کامل گذرانده بودند، مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری توسط یک متخصص آمار و با استفاده از آزمونهای آنالیز واریانس، t-test ، Chi-Square و Mantel - Haenszel Chi - Square و همبستگی پیرسون انجام شد. در کل این بررسی از عبارت PTS برای نشان دادن آستانه واقعی اندازه گرفته شده به‌دنبال قرار گرفتن در معرض صدا و NIPTS برای بیان اختلاف آستانه‌های قبل و پس از قرار گرفتن در معرض صدا استفاده شد. اختلاف بین گروههای درمانی در شیوه PTS پس از قرار گرفتن در معرض صدا و شدت NIPTS مورد ارزیابی قرار گرفت.

آستانه‌های شنوایی

۴۵ نفر از افراد به دلایل مختلفی مثل نمونه‌گیری ضعیف خون از تجزیه و تحلیل اطلاعات کنار گذاشته شدند. جدول ۱ بروز PTS پس از قرار گرفتن در معرض صدا را در دو گروه خلاصه نموده است. در هر فرد تحت بررسی PTS معیار پس از قرار گرفتن درمعرض صدا، آستانه بزرگتر از ۲۵ dBHL در حداقل یک فرکانس در محدوده ۸-۲ KHZ بود. اختلافات مشاهده شده در بروز PTS بین گروهها از لحاظ آماری معنی‌دار بود. علاوه‌براین، بروز PTS دوطرفه به میزان قابل توجهی ($p<0/001$) بیشتر ($x=8/1$) در گروه دارونما (۱۱/۵٪) نسبت به گروه منیزیم (۱/۲٪) بود.

جدول ۱

TABLE 1. Incidence of Postexposure Permanent Threshold Shift in the Two Test Groups

	Left Ear		Right Ear	
	No PTS	PTS	No PTS	PTS
Mg group	111 (88.8%)	14 (11.2%)	111 (88.8%)	14 (11.2%)
Placebo group	102 (78.5%)	28 (21.5%)	93 (71.5%)	37 (28.5%)

NOTE. Group differences were statistically significant (left ear – $\chi^2 = 4.95$, $P < .05$; right ear – $\chi^2 = 11.9$ $P < .001$).

نمودار ۱ شیوع NIPTS را به‌صورت تابعی از شدت و گروه نشان می‌دهد. در هر دو گروه حداکثر NIPTS در KHZ ۶-۴ بود. NIPTS بزرگتر از ۲۱ dBHL در KHZ ۴-۳ در ۱۱٪ افراد مشاهده شد. گروه دارونما NIPTS شدیدتر و بیشتری را نسبت به گروه منیزیم نشان داد که در محدوده فرکانسی KHZ ۸-۴ در گوش راست و KHZ ۴-۳ در گوش چپ بارز بود. تغییرات اختلاف آستانه شنیداری تا dB ۱۰ طبیعی محسوب می‌شد. براساس نتایج ادیولوژیک، شیوع NIPTS در گروه دارونما بیشتر و شدیدتر از گروه منیزیم بود.

نمودار ۱

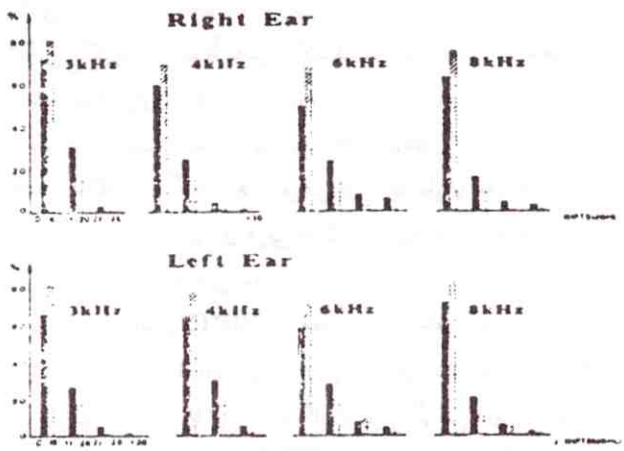

Fig 1. Prevalence of NIPTS in placebo (■, n = 130) and Mg (□, n = 125) as function of severity.

در جدول ۲ میانگین و انحراف استاندارد دو گروه در سه جایگاه اندازه‌گیری منیزیم قبل و پس از دوره درمانی نشان داده شده است. قبل از در معرض قرارگیری، مقادیر منیزیم دو گروه مشابهند. پس از طی دوره آموزشی، SMg در هر دو گروه به میزان مشابهی نزدیک به ۱۱٪ افزایش داشت و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مقدار EMg نیز در هر دو گروه افزایش داشت. اما این افزایش در گروه منیزیم (۱۲٪) به میزان قابل توجهی (Student t - test = ۱/۸۴ ، $p < 0/03$) بزرگتر از گروه دارونما (۸٪) بود. در مقابل، مقدار MMg در گروه دارونما در مقایسه با مقادیر قبل از قرار گرفتن در معرض صدا کاهشی معادل ۰/۶۳- feq/cell نشان می‌داد. در حالی که در گروه منیزیم مقدار MMg به‌طور متوسط ۰/۳۴ feq/cell افزایش داشت. مقادیر MMg پس از قرار گرفتن در معرض صدا در گروه اختلاف قابل توجهی داشت.($p<0/001$ و Student t-test =۳/۲).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-09]

جدول ۲

TABLE II Means Values ± Sta, dard Deviations of Magnesium Concentrations in the Blood Serum, Erythrocytes, and Mononuclears for Both Test Groups Before and After the Exposure Period

	SMg (mEq/L)	EMg (mEq/L)	MMg (fEq/Cell)
Magnesium			
Before	1.72 ± 0.14	3.8 ± 0.44	5.01 ± 2.62
After	1.84 ± 0.32	4.25 ± 0.67	5.35 ± 1.81
Placebo			
Before	1.70 ± 0.14	3.78 ± 0.39	5.13 ± 2.84
After	1.82 ± 0.14	4.07 ± 0.51	4.5 ± 1.64

منیزیم و آستانه‌های شنوایی

به منظور بررسی یک ارتباط احتمالی بین منیزیم و سلولهای خونی تک‌هسته‌ای و NIPTS، آستانه منیزیمی کشف شد که ممکن است بتواند به شکل قابل توجهی افراد با و بدون NIPTS را از هم تفکیک کند. صرفنظر از گروه درمانی، سطح منیزیم ۱/۶ feq/cell مشخصاً بین افراد تأثیر پذیرفته و افرادی که تأثیر نپذیرفته‌اند افتراق ایجاد می‌کند. در گروه دارونما، درصد افراد بالای این آستانه منیزیم آسیب‌پذیر ۱۹٪ بود، در حالی که این مقدار در گروه منیزیم ۳۳/۷٪ بود. (p<۰/۰۳ ، x =۴/۵).

جدول ۳ سطوح MMg خون را در افراد با و بدون PTS پس از قرار گرفتن در معرض صدا در محدوده ۸-۲ KHZ نشان می‌دهد. در هر فرکانس آزمایشی سطوح پایینتر منیزیم در افراد دارای PTS در مقایسه با افراد بدون PTS اندازه‌گیری شد. این مقایسه از لحاظ آماری در همه آستانه‌های فرکانس گوش راست و برای PTS فرکانس‌های ۳ KHZ و ۴ KZ در گوش چپ معنی‌دار بود.

ضریب همبستگی پیرسون بین NIPTS و سه جایگاه اندازه‌گیری منیزیم محاسبه شد. ضریب همبستگی‌های محاسبه شده منفی بود و در این میان همبستگی معنی‌داری بین سطح EMg و NIPTS در ۶ KHZ گوش چپ (n =۱۷۷، p<۰/۰۲ و r =-۰/۱۷) و گوش راست (p<۰/۰۰۶ و r =۰/۲) و به‌طور جداگانه در ۸ KHZ گوش راست (p<۰/۰۴ و r =-۰/۱۵) مشاهده شد. همچنین همبستگی‌های معنی‌داری بین NIPTS و EMg (p<۰/۰۴ و r =-۰/۱۵) NIPTS و MMg (n =۱۶۵، p<۰/۰۴ و r =-۰/۱۵) در گوش راست در فرکانس ۸ KHZ بدست آمد. این مقادیر نشان می‌دهند که با کاهش سطح MMg یا EMg، شدت NIPTS افزایش می‌یابد.

نمودار ۲ ارتباط بین مشاهده افرادی با PTS پس از قرار گرفتن در معرض صدا و سطح MMg خون آنها را نشان می‌دهد. باآزمون Mantel-Haenzel Chi-Square ارتباط معنی‌داری مشاهده شد (p<۰/۰۱ ، x =۸/۷ گوش چپ ؛ p<۰/۰۰۱ و x =۱۷/۵ گوش راست) به نحوی که با کاهش سطح منیزیم بروز

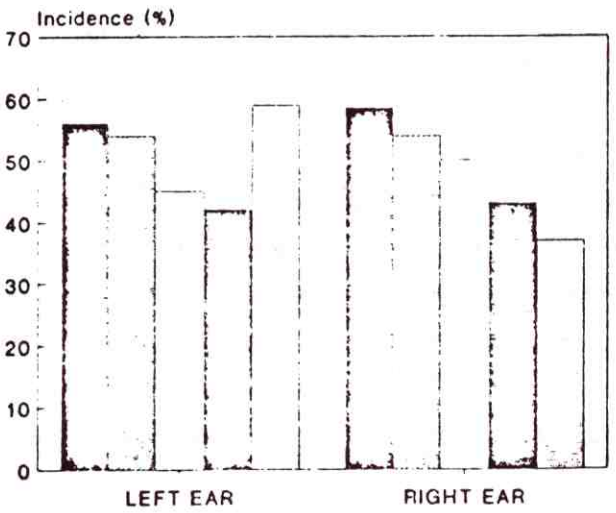

Fig 2. Incidence of postexposure PTS (greater than 25 dB HL) according to magnesium mononuclear blood levels (fEq/cell) ■, <3.6; ▨, 3.5-4.2; ▤, 4.2-5.03; ▥, 5.03-6.44; □, >6.44.

نمودار ۲

جدول ۳

TABLE 3. Means and Standard Deviations of Mononuclear Cell Magnesium Content (fEq cell) in Subjects With and Without Postexposure Permanent Threshold Shift

Frequency (kHz)	Left Ear		Right Ear	
	PTS	Normals	PTS	Normals
2	4.9 ± 1.7	4.9 ± 1.8	4.3 ± 1.6	5.0 ± 1.8*
3	4.5 ± 1.9	5.1 ± 1.7*	4.5 ± 2.1	5.1 ± 1.6*
4	4.6 ± 2.0	5.0 ± 1.6*	4.4 ± 1.9	5.2 ± 1.7†
6	5.0 ± 2.2	4.9 ± 1.7	4.6 ± 1.8	5.0 ± 1.7*
8	4.8 ± 2.2	4.9 ± 1.6	4.3 ± 1.9	5.1 ± 1.6*

* $P < .04$.

† $P < .005$ by unpaired Student's *t*-tests for group comparisons.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-09]

PTS افزایش می‌یافت.

اثرات جانبی

در جریان بررسی در هیچ فردی اثر جانبی وخیمی مشاهده نشد که ضرورت قطع مصرف منیزیم اضافی را ایجاب نماید. در جدول ۴ میانگین فراوانی نسبی علائم همراه احتمالی که توسط گروهها عنوان شده، آورده شده است.

جدول ۴

TABLE 4. Relative Incidence of Symptoms in the Placebo and Magnesium Groups

Symptom	Placebo Group (%)	Mg Group (%)
Tinnitus	10	7
Headache	20	14
Dizziness	14	12
Nausea	8	11
Stomachache	9	17
Vomiting	6	3
Diarrhea	11	12
Weakness	15	16

میزان بروز علائم معده‌ای روده‌ای (تهوع، استفراغ، درد معده و اسهال) مورد بررسی قرار گرفت. اگرچه بروز این علائم در گروه منیزیم (۴۳٪) به میزان خفیفی نسبت به گروه دارونما (۳۴٪) بیشتر بود ولی این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. به همین صورت با وجود اینکه درصد بروز مجموعه علائم وزوز، گیجی و سردرد در گروه دارونما (۴۴٪) در مقایسه با گروه منیزیم (۳۳٪) به میزان جزئی بیشتر بود، این اختلاف نیز از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

بحث

با مصرف ۶/۷ mmol منیزیم به‌طور روزانه اختلافی در منیزیم سرم دو گروه مشاهده نشد. اما سطح منیزیم در جایگاههای درون سلولی به شکل بارزی اختلاف نشان داد. این نتیجه در نگاه اول یک پارادوکس به‌نظر می‌رسد ولی میتوان با توجه به تفاوت زمانی این جایگاهها این نتیجه را توضیح داد. با خوردن منیزیم سطح SMg فقط برای چند ساعت افزایش می‌یابد. در این محدوده زمانی، سطح منیزیم داخل سلولی در جایگاههای مختلف و همچنین عبور منیزیم از طریق سد-خونی مغزی افزایش می‌یابد. اگرچه SMg پس از چند ساعت از طریق دفع کلیوی به مقادیر طبیعی کاهش می‌یابد، کاهش منیزیم در جایگاههای داخل سلولی و از طریق سد خونی - مغزی بسیار آهسته‌تر است. در این بررسی در زمان نمونه‌گیری خون، افزایش آنی SMg تقریباً تعدیل شده بود. اما جایگاههای داخل سلولی تأثیر تجویز طولانی‌مدت مصرف منیزیم خوراکی را نشان دادند.

سطح منیزیم خارج سلولی عامل مهمی در حفظ نفوذپذیری طبیعی غشاء سلولی است. منیزیم آزاد خارج سلولی بر کانالهای کلسیمی اثر می‌گذارد و عاملی است که در حفظ پلاریزاسیون غشاء نقش دارد. با افزایش منیزیم آزاد خارج سلولی ورود آهسته کلسیم کاهش می‌یابد و غیرفعال شدن کانالهای کلسیمی وابسته به ولتاژ با گرادیانت منیزیم توضیح داده می‌شود.

ارتباط بین سطوح منیزیم سلول خونی و NIPTS را می‌توان با مکانیسمهای دنبال هم توضیح داد. با کاهش سطوح منیزیم، غلظت آن در غشاء سلول مویی کاهش می‌یابد که سبب افزایش کلی در نفوذپذیری غشاء می‌شود. این امر سبب افزایش کلسیم (+Ca) و سدیم (+Na) داخل سلولی و کاهش پتاسیم (+k) به سبب انتشار جریان غیرفعال می‌گردد. بدین‌ترتیب کاهش گرادیانت الکترولیت فعالیت انتقال بیشتری را باعث می‌شود و به سبب آن افزایشی در نوسازی یا تجدید انرژی صورت می‌پذیرد. افزایش پایدار کلسیم آزاد داخل سلولی می‌تواند سبب کاهش یا کمبود انرژی سلولی شده و از طریق فعالیت آنزیمهای وابسته به کلسیم سبب مرگ سلول گردد (اگرچه می‌دانیم ورود یون کلسیم به علت رفلکشن مکانیکی استریوسیلیاها نقش اساسی در روند شنوایی دارد). در کل میتوان گفت با کاهش منیزیم، میزان کلسیم سلولهای یونی در نتیجه نفوذپذیری بیشتر غشاء افزایش می‌یابد.

علاوه بر این، با کاهش منیزیم آزاد خارج سلولی، ترشح کاتکل آمینه‌ها و پروستوگلاندین‌ها بیشتر می‌شود که در نتیجه آن به سبب انقباض عروق خونی، جریان خون گوش داخلی کاهش می‌یابد. به واسطه این امر احتمال کاهش انرژی سلولهای مویی بیشتر می‌شود. در اینجا مصرف بیشتر منیزیم می‌تواند جریان خون مویرگی گوش داخلی را بهبود بخشد. به نحوی که در غلظت‌های بیشتر منیزیم آزاد داخل سلولی تونوس عضلانی عروق کاهش می‌یابد و پاسخگویی به مواد ویزواکتیو (موادی که در تغییر اندازه قطر رگ مؤثرند) کم میشود. مشاهده شده است که پس از قرار گرفتن در معرض نویز جریان خون در عروق خونرسانی‌کننده حلزون تا ۷۰٪ کاهش می‌یابد. این مکانیسم‌های پایه توضیح‌دهنده عملکرد منیزیم با آزمایشات انجام شده روی حیوانات از طریق کاهش منیزیم بدست آمده‌اند. این مکانیسم‌های پایه احتمالاً در انسان نیز در محدوده طبیعی SMg فعالیت می‌کنند، چرا که در آزمایشات بعمل آمده NIPTS ارتباط معکوس با SMg دارد. با این وجود در بررسی حاضر نمی‌توان گفت که کدامیک از مکانیسم‌های ذکر شده در بالا ممکن است در پیشرفت NIPTS نقش دارند و اینکه چه مکانیسمی ممکن است در تأثیر سودمند منیزیم دخالت داشته باشد.

در مکانیسمهایی که مورد بحث قرار گرفت غلظت منیزیم آزاد سرم و پری‌لنف در جریان قرار گرفتن در معرض نویز عامل تعیین کننده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-09]

منابع

1- American Journal of Otolaryngology U: 15 (1) 1994: pp: 26-32 Oral Magnesium Intake Reduces Permanent Hearing Loss Induced by Noise Exposure

2- Acta Otolaryngology U: 115 1995 pp: 236-240 Receptor Pharmacological Models for Inner Ear Therapies with Emphasis on Glutamate Receptors: A Suruay

3- American Journal of Applied Physiology. U: 72 (1) 1992 pp: 194-202 Noise - Induced Hypertension and Magnesium in Rats

4- MEDLINE (R): tow Subjects.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-09]