

بررسی اثر آنتی اکسیدان ها بر کیفیت اسپرم منجمد- خوب شده با روش انجماد سریع

مریم نظم بجنوردی (M.Sc.) * منصوره موحدین (Ph.D.) **
سعید امانپور (Ph.D.) *** هاتف قاسمی حمیدآبادی (M.Sc.) ****

چکیده

سابقه و هدف: حفاظت اسپرم در مقابل واکنش‌های اکسیداتیو طی انجماد توسط آنتی اکسیدان‌ها انجام می‌شود. هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر آنتی اکسیدان‌های ویتامین E و C بر پارامترهای اسپرم انسانی پس از انجماد سریع می‌باشد. **مواد و روش‌ها:** از تعداد ۸۰ مرد مراجعه کننده به مرکز ناباروری ولی عصر استفاده شد این افراد ابتدا به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول افرادی که الیگواسپرمیا (Oligospermia) و گروه دوم مردانی که از نظر معیارهای WHO طبیعی بودند. در نهایت هر گروه به ۲ زیرگروه ۲۰ نفره دیگر که شامل ۱- گروهی که آنتی اکسیدان آلفاتوکوفرول (ویتامین E) با غلظت‌های ۲، ۱ و ۵ میلی مولار دریافت کردند ۲- گروهی که فقط آنتی اکسیدان اسید اسکوربیک (ویتامین C) با غلظت‌های ۲، ۱ و ۴ میلی مولار دریافت کردند. ویتامین E با غلظت‌های فوق در اتانول ۲ درصد حل شده و سپس به محیط کشت (Medium) اضافه شد و ویتامین C نیز با غلظت‌های ذکر شده به محیط کشت اضافه شد. مایع سمن (Semen) از نظر پارامترهای اسپرم (غلظت، مورفولوژی، تحرک و میزان زنده ماندن) ارزیابی شد. نمونه‌ها توسط نیتروژن مایع منجمد و سپس ذوب شدند بعد از سانتریفوژ به نمونه‌ها ویتامین E و ویتامین C اضافه شد و به مدت ۴۵ دقیقه در آنکوباتور ۳۷ درجه سانتیگراد قرار گرفته و سپس مجدداً از نظر پارامترهای اسپرم آنالیز شدند. داده‌ها با استفاده از آزمون ANNOVA آنالیز شدند.

یافته‌ها: در افراد طبیعی افزودن ویتامین E با غلظت‌های ۱ و ۲ میلی مولار باعث افزایش درصد تحرک، حرکت پیش‌رونده و میزان درصد زنده ماندن اسپرم شد که در مورد درصد حرکت پیش‌رونده و میزان درصد زنده ماندن، این افزایش معنی دار بود. در افراد الیگواسپرمیا همین افزایش مشاهده شده اما در مجموع تفاوت معنی دار نبود. اسید اسکوربیک بر هیچ یک از پارامترهای اسپرم تاثیر معنی داری نداشت.

استنتاج: با توجه به افزایش معنی دار میزان زنده ماندن و تحرک خطی اسپرم پس از افزودن ویتامین E و اهمیت این مسأله در افزایش لقاح؛ لذا می‌توان اثرات منفی انجماد را با افزودن ویتامین E کاهش داد.

واژه های کلیدی: آلفاتوکوفرول، اسید اسکوربیک، تحرک، مورفولوژی

* مؤلف مسئول: دکتر منصوره موحدین - تهران، بزرگراه جلال آل احمد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده پزشکی E-mail:mansoure@modares.ac.ir

** کارشناس ارشد علوم تشریح، مرکز تحقیقات بهداشت باروری ولیعصر دانشگاه علوم پزشکی تهران

*** دکترای تخصصی علوم تشریح، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس

**** دکترای تخصصی جراحی دامپزشکی، مرکز تحقیقات بهداشت باروری ولیعصر دانشگاه علوم پزشکی تهران

***** کارشناس ارشد علوم تشریح، دانشگاه علوم پزشکی تهران

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۱ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۸۶/۱۲/۲۶ تاریخ تصویب: ۸۷/۳/۸

مقدمه

سلول‌هایی که تنفس هوازی دارند مواد و آنزیم‌های لازم جهت واکنش‌های اکسیداتیو را دارا هستند ولی با این وجود درصد آنزیم‌های آنتی اکسیدان در اسپرم نسبتاً پایین است و در نتیجه این سلول‌ها مستعد واکنش‌های اکسیداتیو می‌باشند (۱ تا ۳).

طی حفاظت انجمادی (Cryopreservation)، مایع سمن (Semen) در معرض شوک سرمایی و فشار اسمزی قرار می‌گیرد و در نتیجه میزان اکسیداسیون غشا به واسطه درصد بیشتر واکنش‌های اکسیداتیو افزایش می‌یابد که این امر نهایتاً زنده ماندن (viability) و عمر اسپرم را کاهش می‌دهد (۴ تا ۶). تحقیقات نشان می‌دهد که میزان لقاح پس از حفاظت انجمادی اسپرم به واسطه عملکرد نامناسب غشا آن به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد (۷ تا ۹). همچنین حفاظت انجمادی منجر به تغییرات DNA، سیتواسکلت اسپرم، مهار اتصال اسپرم به تخمک و تخریب آکسونم اسپرم شده که منجر به کاهش تحرک آن می‌شود (۱۰ تا ۱۳). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که محافظت از غشای پلاسمایی اسپرم در مقابل واکنش‌های اکسیداتیو طی حفاظت انجمادی توسط آنتی‌اکسیدان‌ها انجام می‌شود، در واقع آنتی‌اکسیدان‌ها با کاهش تشکیل رادیکال آزاد اکسیژن شرایط سلولی را طوری تغییر می‌دهند که تحرک اسپرم حفظ شود (۱۴ تا ۱۶). در زمینه تاثیر آنتی‌اکسیدان‌ها بر پارامترهای اسپرم پس از انجماد تا کنون اقدامات متعددی صورت گرفته است. به طور مثال Breininger در سال ۲۰۰۴ نشان دادند که آلفاتوکوفرول پارامترهای کیفی اسپرم گراز نظیر تحرک آن را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد و از واکنش‌های اکسیداتیو ناشی از حفاظت انجمادی اسپرم جلوگیری می‌کند (۱۷).

نتایج دیگر نیز نشان داد که آلفا توکوفرول باعث تحرک و افزایش viability اسپرم می‌شود، همچنین

اثرات این ماده نسبت به غلظت آن متفاوت است به طوری که غلظت بالای آلفاتوکوفرول اثرات اکسیداتیو ولی غلظت‌های پایین آن اثرات آنتی‌اکسیداتیو دارد (۱۸). Sreegith و همکارانش درصد اکسیداسیون غشا و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان را در اسپرم گاو و بوفالو طی انجماد مورد ارزیابی و مقایسه قرار دادند (۱۹). فعالیت آنزیم malondialdehyde که معیار اکسیداسیون غشا اسپرم است افزایش مشخصی یافته بود اما فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان‌ها طی انجماد در اسپرم کاهش یافت. فعالیت این آنزیم‌ها در اسپرم گاو بیشتر از اسپرم بوفالو بود. همچنین میزان تحرک و زنده ماندن اسپرم بوفالو کمتر از اسپرم گاو بود بنابراین فعالیت کم آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در اسپرم بوفالو احتمالاً به واسطه اکسیداسیون زیاد غشا بوده که خود ناشی از واکنش اکسیداتیو زیادتری در مقایسه با اسپرم گاو طی انجماد است (۱۹).

Pena و همکارانش تاثیر آنتی‌اکسیدان‌ها را در انجماد اسپرم خوک مورد ارزیابی قرار دادند. یافته‌های آنها نشان داد که تحرک اسپرم با حضور ویتامین E افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد (۲۰).

Cerolini و همکارانش ثابت کردند که افزودن آلفاتوکوفرول و ویتامین E از اثرات واکنش‌های اکسیداتیو اسپرم خوک طی انجماد جلوگیری به عمل می‌آورد (۲۱). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که اضافه کردن آنتی‌اکسیدان‌ها طی انجماد اسپرم وابسته به غلظت آن است (۲۲). Dalvet نیز اثرات ویتامین E و اسید اسکوربیک بر روی اسپرم گاو طی انجماد را مورد ارزیابی قرار داد و اعلام کرد که افزودن ویتامین E درصد لقاح را افزایش می‌دهد (۲۳).

علی‌رغم تمامی این تلاش‌ها به‌علت محدودیت‌هایی که در زمینه منابع انسانی از جمله تهیه و نگهداری نمونه

به منظور انجماد مایع منی، نمونه‌ها به نسبت ۱:۱ با مدیوم ضدیخ (Global U.S.A) مخلوط شده و به مدت یک ساعت در دمای ۴ درجه سانتیگراد قرار گرفتند، سپس یک ساعت در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد و پس از آن به نیتروژن مایع منتقل شدند و به مدت یک روز در آن نگهداری شدند.

نمونه‌های منجمد شده جهت ذوب از تانک نیتروژن مایع خارج شده و پس از ۲۰ ثانیه تعادل در هوای آزمایشگاه در آب ۳۷ درجه سانتیگراد قرار گرفتند تا کاملاً ذوب شوند. سپس به آن محیط کشت Ham's F10 با آلبومین ۱۰ درصد اضافه شده و به مدت ۵ دقیقه با دور ۳۰۰ g سانتیفریوژ شد تا ضدیخ آن خارج شود. پس از افزودن آنتی‌اکسیدان مورد نظر (و یا بدون آن) نمونه‌ها به مدت ۴۵ دقیقه در انکوباتور ۳۷ درجه سانتیگراد قرار گرفته و سپس مجدداً از نظر پارامترهای اسپرم آنالیز شدند. داده‌های تحقیق حاضر با استفاده از برنامه آماری SPSS و آزمون ANNOVA آنالیز شدند و سطح اختلاف معنی‌داری $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در گروه اول افرادی که که الیگواسپرمیا (غلظت اسپرم ≤ 20) بودند افزودن آنتی‌اکسیدان آلفاتوکوفرول (ویتامین E) با غلظت‌های ۱ و ۲ میلی مولار باعث افزایش پارامترهای اسپرم نظیر تحرک و حرکت پیش‌رونده و همچنین میزان زنده ماندن در مقایسه با گروه کنترل شد که تنها در میزان درصد زنده ماندن این افزایش از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0.05$) ولی افزودن آنتی‌اکسیدان آلفاتوکوفرول تأثیر معنی‌داری بر میزان درصد مورفولوژی نداشت (جدول شماره ۱).

همچنین بیشترین افزایش با غلظت ۲ میلی مولار ویتامین E در مقایسه با غلظت‌های ۱ و ۵ میلی مولار ویتامین E مشاهده شد و غلظت ۵ میلی مولار تأثیر

و تکرار دوره‌های درمانی IVF مطرح است اطلاعات جامعی در خصوص تأثیر آنتی‌اکسیدان‌ها بر حفظ پارامترهای اسپرم انسانی پس از انجماد سریع وجود ندارد و نکات مبهم زیادی در این خصوص وجود دارد. لذا هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر آنتی‌اکسیدان‌های ویتامین E و ویتامین C بر پارامترهای اسپرم انسانی پس از انجماد سریع می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از تعداد ۸۰ مرد مراجعه کننده به مرکز ناباروری ولی عصر استفاده شد، این افراد ابتدا به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول افرادی که الیگواسپرمیا (غلظت اسپرم ≤ 20) بوده و پس از ۲ سال زندگی مشترک صاحب فرزند نشده بودند و گروه دوم مردانی که از نظر معیارهای WHO طبیعی بودند (۲۴). در نهایت هر گروه به ۲ زیرگروه ۲۰ نفره، شامل:

- ۱- گروهی که آنتی‌اکسیدان آلفاتوکوفرول (ویتامین E) با غلظت‌های ۱، ۲ و ۵ میلی مولار دریافت کردند.
- ۲- گروهی که فقط آنتی‌اکسیدان اسید اسکوربیک (ویتامین C) با غلظت‌های ۱، ۲ و ۴ میلی مولار دریافت کردند. ویتامین E با غلظت‌های فوق در اتانول ۲ درصد حل شده و سپس به محیط کشت (Medium) اضافه شد و ویتامین C نیز با غلظت‌های ذکر شده به محیط کشت اضافه شد.

سپس مایع منی مورد ارزیابی اولیه از نظر پارامترهای اسپرم (غلظت، مورفولوژی، تحرک و میزان زنده ماندن) واقع شدند، قرار گرفتند. تحرک اسپرم به ۳ درجه شامل: درجه ۱: حرکت درجا، دورانی و با سرعت کم، درجه ۲: خطی با سرعت کم، درجه ۳: خطی، پیش‌رونده و سریع تقسیم شدند. همچنین جهت ارزیابی میزان زنده ماندن از رنگ‌آمیزی حیاتی ائوزین B استفاده شد.

و حرکت پیش‌رونده و همچنین زنده ماندن اسپرم در مقایسه با گروه کنترل شد که به استثنا تحرک این افزایش را از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0/05$) ولی تأثیر معنی‌داری بر مورفولوژی نداشت (جدول شماره ۳).

گروهی دیگر از افراد طبیعی که آنتی اکسیدان اسید اسکوربیک (ویتامین C) با غلظت‌های ۲ و ۱ میلی مولار دریافت کردند هیچ یک از پارامترهای اسپرم نظیر مورفولوژی، تحرک و حرکت پیش‌رونده و همچنین زنده ماندن در مقایسه با گروه کنترل تغییر معنی‌داری را از نظر آماری نشان نداد (جدول شماره ۴).

معنی‌داری بر هیچ یک از پارامترهای اسپرم نداشت (جدول شماره ۱).

در افراد الیگواسپرمیا گروهی دیگر که آنتی اکسیدان اسید اسکوربیک (ویتامین C) دریافت کردند هیچ یک از پارامترهای اسپرم نظیر مورفولوژی، تحرک و حرکت پیش‌رونده و همچنین میزان زنده ماندن در مقایسه با گروه کنترل تغییر معنی‌داری را از نظر آماری نشان نداد (جدول شماره ۲).

در (گروه دوم) افرادی که از نظر معیارهای WHO طبیعی بودند افزودن آنتی اکسیدان آلفاتوکوفرول (ویتامین E) با غلظت‌های ۲ و ۱ میلی مولار باعث افزایش تحرک

جدول شماره ۱: بررسی تاثیر افزودن ویتامین E بر پارامترهای اسپرم انسانی در افراد الیگواسپرمیا

گروه	درصد تحرک (انحراف معیار \pm میانیگین)	درصد حرکت پیش‌رونده (انحراف معیار \pm میانیگین)	درصد مورفولوژی طبیعی (انحراف معیار \pm میانیگین)	درصد میزان زنده ماندن (انحراف معیار \pm میانیگین)
ویتامین 1 E میلی مولار	$31/5 \pm 6/70$	$13/75 \pm 6/25$	$15 \pm 4/58$	$a \ 37/25 \pm 5/49$
ویتامین 2 E میلی مولار	$a \ 32/5 \pm 6/58$	$a \ 14/75 \pm 5/95$	$16/25 \pm 5/34$	$a \ 40 \pm 4/58$
ویتامین 5 E میلی مولار	$29 \pm 6/99$	$12 \pm 5/93$	$14/25 \pm 4/94$	$36/5 \pm 5/15$
کنترل ویتامین E	$29/25 \pm 6/54$	$11/75 \pm 7/12$	$16 \pm 7/18$	$35/5 \pm 5/59$

a: وجود افزایش معنی‌دار با گروه کنترل ویتامین E

جدول شماره ۲: بررسی تاثیر افزودن ویتامین C بر پارامترهای اسپرم انسانی در افراد الیگواسپرمیا

گروه	درصد تحرک (انحراف معیار \pm میانیگین)	درصد حرکت پیش‌رونده (انحراف معیار \pm میانیگین)	درصد مورفولوژی طبیعی (انحراف معیار \pm میانیگین)	درصد میزان زنده ماندن (انحراف معیار \pm میانیگین)
ویتامین 1 C میلی مولار	$26/25 \pm 6/25$	$8/5 \pm 5/15$	$18/75 \pm 5/09$	$31/5 \pm 6/70$
ویتامین 2 C میلی مولار	$24/75 \pm 7/51$	$9/25 \pm 6/12$	$18 \pm 5/93$	$29/75 \pm 8/95$
ویتامین 4 C میلی مولار	$22/75 \pm 6/38$	$5/5 \pm 3/20$	$15/30 \pm 6/04$	$31 \pm 8/82$
کنترل ویتامین C	$25/50 \pm 7/93$	$7/25 \pm 5/25$	$18 \pm 6/56$	$31 \pm 8/82$

جدول شماره ۳: بررسی تاثیر افزودن ویتامین E بر پارامترهای اسپرم انسانی در افراد طبیعی

گروه	درصد تحرک (انحراف معیار \pm میانیگین)	درصد حرکت پیش‌رونده (انحراف معیار \pm میانیگین)	درصد مورفولوژی طبیعی (انحراف معیار \pm میانیگین)	درصد میزان زنده ماندن (انحراف معیار \pm میانیگین)
ویتامین E 1 میلی مولار	$62/25 \pm 13/99$	$a \ 30/75 \pm 15/99$	$24/75 \pm 7/69$	$70 \pm 13/17$
ویتامین E 2 میلی مولار	$64 \pm 13/33$	$a \ 25/75 \pm 13/5$	$7/82 \pm 25/75$	$a \ 72/25 \pm 11/05$
ویتامین E 5 میلی مولار	$59/25 \pm 14/35$	$18/75 \pm 10/37$	$23/25 \pm 8/62$	$69 \pm 14/01$
کنترل ویتامین E	$60 \pm 14/23$	$17/75 \pm 11/86$	$24/50 \pm 9/16$	$68/25 \pm 13/88$

a: وجود افزایش معنی‌دار با گروه کنترل E

جدول شماره ۴: بررسی تاثیر افزودن ویتامین C بر پارامترهای اسپرم انسانی در افراد طبیعی

گروه	درصد تحرک (انحراف معیار \pm میلیگین)	درصد حرکت پیشرونده (انحراف معیار \pm میلیگین)	درصد مورفولوژی طبیعی (انحراف معیار \pm میلیگین)	درصد میزان زنده ماندن (انحراف معیار \pm میلیگین)
ویتامین C 1 میلی مولار	۵۳/۲۵ \pm ۱۹/۲۸	۱۵/۲۵ \pm ۹/۲۴	۲۲/۵۰ \pm ۷/۱۶	۶۱/۷۵ \pm ۱۶/۹۵
ویتامین C 2 میلی مولار	۵۲ \pm ۱۷/۸۷	۱۳/۲۵ \pm ۷/۸۲	۲۲ \pm ۷/۱۶	۵۹/۷۵ \pm ۱۵/۹۳
ویتامین C 4 میلی مولار	۵۰/۵۰ \pm ۱۶/۱۳	۱۱/۲۵ \pm ۷/۲۳	۲۰ \pm ۶/۴۸	۵۷/۲۵ \pm ۱۴/۹۰
کنترل ویتامین C	۵۲/۵۰ \pm ۱۸/۵۳	۱۳/۷۵ \pm ۹/۸۵	۲۲/۲۵ \pm ۷/۶۹	۶۱/۵۰ \pm ۱۶/۲۳

بحث

تحرک اسپرم کراز را به طور معنی داری افزایش می دهد و از صدمات ناشی از انجماد اسپرم جلوگیری می کند (۱۷). همچنین نتایج دیگر نیز نشان می دهد که آلفاتوکوفرول باعث تحرک و افزایش زنده ماندن اسپرم می شود علاوه بر این اثرات این ماده نسبت به غلظت آن متفاوت است به طوری که غلظت بالای آلفاتوکوفرول اثرات اکسیداتیو ولی غلظت های پایین آن اثرات آنتی اکسیداتیو دارد (۱۸).

محققین دیگر نیز نشان دادند که آلفاتوکوفرول پارامترهای کیفی اسپرم نظیر تحرک آن را به طور معنی داری افزایش می دهد و از واکنش های اکسیداتیو ناشی از حفاظت انجمادی اسپرم جلوگیری می کند (۱۷، ۱۹).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اضافه کردن ویتامین C (اسید اسکوربیک) بر پارامترهای اسپرم تاثیر چندانی ندارد که این یافته با نتایج Jousef و همکارانش در سال ۲۰۰۳ که افزایش قدرت تحرک، بلوغ و زنده ماندن اسپرم را پس از افزودن اسید اسکوربیک خرگوش اعلام کرده بودند (۲۳) متضاد است و یا با گزارش Salem و همکارانش مبنی بر اثرات مثبت افزودن اسید اسکوربیک بر مایع منی (سمن) خرگوش مغایرت دارد (۲۵). در تحقیق حاضر افزودن ویتامین E در مقایسه با ویتامین C افزایش معنی داری را بر پارامترهای اسپرم نشان می دهد که این مسأله می تواند به این علت باشد

انجماد اسپرم با ایجاد شوک سرمایی باعث کاهش تحرک اسپرم، یکپارچگی غشا و آکروزوم و عملکرد میتوکندری می شود (۲). نتایج تحقیقات نشان می دهد که آنتی اکسیدان های محلول در چربی مانند ویتامین E و آنتی اکسیدان های محلول در آب مانند ویتامین C در کاهش رادیکال های آزاد نقش موثری دارد (۱۷). از آنجایی که پارامترهای اسپرم بر میزان لقاح موثر است لذا به نظر می رسد که آنتی اکسیدان ها با کاهش رادیکال های آزاد و کاهش اثرات منفی شوک اکسیداتیو و همچنین بهبود پارامترهای اسپرم از اهمیت کلینیکی در تکنیک های ART برخوردار است (۱۷). تا کنون تعدادی از آنتی اکسیدان ها بر کاهش اثرات شوک سرمایی انجماد اسپرم در گونه های مختلف بررسی شده است ولی با این وجود گزارشات محدودی در زمینه تاثیر آنها بر پارامترهای اسپرم انسان وجود دارد (۱۸). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که افزودن ویتامین E بر قدرت تحرک و به ویژه حرکت پیشرونده و میزان زنده ماندن اسپرم موثر است در واقع آنتی اکسیدان ها مانند آنزیم های Glutathione peroxidase ، Superoxide dismutase ، Glucose- 6- phosphate dehydrogenase با تجزیه آنیون های سوپراکساید، هیدروژن پراکساید و لیپید پراکساید، از ایجاد آسیب به غشا اسپرم و کاهش پارامترهای آن جلوگیری می کنند البته این امر موید گزارشات قبلی است و نشان می دهد که ویتامین E

شرایط مناسب برای حفظ پارامترهای اسپرم پس از انجماد یافت. در تحقیق حاضر با توجه به افزایش معنی دار درصد میزان زنده ماندن و تحرک خطی اسپرم پس از افزودن ویتامین E و اهمیت این مسأله در افزایش لقاح می توان اثرات منفی انجماد را بر پارامترهای اسپرم کاهش داد هر چند که در این زمینه به تحقیقات بیشتری نیاز است.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران از تصویب و حمایت مالی طرح تحقیقاتی فوق مراتب تشکر و قدردانی را اعلام می دارد.

Reference

1. Foot RH, Brockett CC, Kaproth MT. Motility and fertility of bull sperm in whole milk extender containing antioxidants. *Anim Reprod Sci* 2002; 71: 3-23.
2. Devi GS, Prasad MH, Saraswathi I. Free radicals antioxidants enzymes and lipid peroxidation in different types of leukemias. *Clin Chim* 2000; 293: 53-62.
3. Watson PE. The causes of reduced fertility with cryopreserved semen. *Anim Reprod Sci* 2000; 60: 81-92.
4. Parks JE, Gaham J.K. Effects of cryopreservation procedures on sperm membranes. *Theriogenology* 1992; 38: 209-222.
5. Chatterjee S, Gagnon C. Production of reactive oxygen species by spermatozoa undergoing cooling, freezing and thawing. *Mol Reprod Dev* 2001; 59: 451-458.
6. Yue HX, Li P, Jiang M, Lin L, Xu KH. Influence of cryopreservation with glycerol and freezing-thawing procedures on the motility of human sperm. *Zhonghua Nan Ke Xue* 2005; 11: 204-206.
7. Hallak J, Sharma RK, Wellstead C, Agarwal A. cryopreservation of human spermatozoa: comparison of TEST-yolk buffer and glycerol. *Int J Fertil Women M* 2000; 45: 38-42.
8. Lamirande E, Gagnon C. Reactive oxygen species and human spermatozoa: Effects on the motility of intact spermatozoa and sperm axonemes. *J Androl* 1992; 13: 368-378.

9. Hsieh YY, Sun YL, Chang CC. Superoxide dismutase activities of spermatozoa and seminal plasma are not correlated with male infertility. *J Clin Lab Anal* 2002; 16: 127-131.
10. Aitken RJ, Clarkson JS. Significance of reactive oxygen species and antioxidants in Defining the efficacy of sperm preparation techniques. *J Androl* 1988; 9: 367-376.
11. Kim JG, Parthasarathy S. Oxidation and the spermatozoa. *Semin Reprod Endocrinol* 1998; 16: 235-239.
12. Psaqualott FF, Sharma PK, Nelson DR. Relationship between oxidative stress, semen characteristics and clinical diagnosis in men undergoing infertility investigation. *Fertil Steril* 2000; 73: 459-464.
13. Aitken R.A free radical theory of male infertility. *Reprod Fertil Dev* 1994; 6: 19-23.
14. Zini A, Garrels K, Phang D. Antioxidant activity in the semen of fertile and infertile men. *Urol* 2000; 55: 922-926.
15. Gonagle L, Goldstein M, Feldschuh J, Foote R. The influence of cryoprotective media and processing procedure motility and migration of freeze-thawed human sperm. *Asian J Androl* 2002; 4: 137-141.
16. Stanic P, Tandra M, Sonicki A, Sumunic V. Comparison of protective techniques for cryopreservation of human semen. *J Obstet Gyn Reprod Biol* 2000; 91: 65-70.
17. Breinger E, Beorlegui N, Flaherty C, Beconi M. Alpha-tocopherol improves biochemical and dynamic parameters in cryopreserved boar semen. *Theriogenology* 2005; 63: 2126-2135.
18. Brezezinska E, Slebodzinski A, Pietras B, Wiczork G. Antioxidant effect of vitamin E and glutathione on lipid peroxidation in boar seminal plasma. *Biol Trace Elem Res* 1995; 47: 69-74.
19. Sreegith JN, Brar AS, Ahuja CS, Sangha SP, Chaudhary. A comparative study on lipid peroxidation, activities of antioxidant enzymes and viability of cattle and buffalo bull spermatozoa during storage at refrigeration temperature. *Anim Reprod Sci* 2005; 287: 1-9.
20. Pena FJ, Johannisson A, Wallgren M, Rodriguez H. Concentration to enhance Antioxidant supplementation in vitro improves boar sperm motility and mitochondrial membrane potential after cryopreservation of different fractions of the ejaculate. *Anim Reprod Sci* 2003; 78: 85-98.
21. Cerolini S, Maldjiam A, Pizzi F, Gliozzi T. Changes in sperm quality and lipid composition during cryopreservation of boar semen. *Reprod* 2001; 121: 395-407.
22. Upeti GC, Jensen K. Motility of ram spermatozoa during storage in a chemically-defined diluent containing antioxidants. *Anim Reprod Sci* 1997; 48: 269-278.

23. Jousef MI, Abdallahe GH, Kamel KI. Effect of ascorbic acid and vitamin E Supplementation on semen quality and biochemical parameters of male rabbits. *Anim Reprod Sci* 2003; 76: 99-111.
24. Wiley J. *Embryos, genes and birth defects*. Thorogood P. Bookcraft Ltd, USA 1996; 10-17.
25. Sillo-Seidl G. Treatment of oligospermia by freezing and concentrating semen. *Int J Fertil* 1972; 17(4): 183-184
26. Salem MH, Kamel KL. Protective role of ascorbic acid concentration to enhance sperm quality of rabbits treated with sublethal doses of aflatoxin B1. *Toxicology* 2001; 162: 209-218.

Archive of SID