

تأثیر ترکیب غشاهای انتخابی یونی مبتنی بر سیلیکون بدون نرم‌کننده بر پایداری سیگنال در

نمونه‌های آبی و پلاسمای خون

چکیده

الکترودهای انتخابی یونی با تماس جامد (SC-ISE¹) در تماس طولانی مدت مستقیم با نمونه‌های فیزیولوژیکی باید زیست‌سازگار و مقاوم در برابر رسوب زیستی باشند، اما اکثر SCISE‌های پوشیدنی پیشنهاد شده تا به امروز حاوی غشاهای پلی(وینیل کلرید) (PVC²) پلاستیکی شده می‌باشند که دارای زیست‌سازگاری ضعیفی هستند. سیلیکون‌ها به دلیل زیست‌سازگاری عالی، جایگزین امیدوارکننده‌ای برای PVC پلاستیکی هستند، اما مطالعه اندکی روی رابطه بین ترکیب سیلیکون و عملکرد ISE انجام شده است. برای پرداختن به این موضوع، SC-ISE K⁺ را با کربن مزوپور کلونیدی (CIM³) به عنوان تماس جامد و سه سیلیکون خشک شده با تراکم مختلف تهیه و آزمایش نمودیم: یک سیلیکون سفارشی تهیه شده در محیط (سیلیکون 1)، یک سیلیکون تجاری (Dow 3140، سیلیکون 2) و فلوروسیلیکون تجاری (Dow 730، فلوروسیلیکون 1). SC-ISE‌های تهیه شده با هر یک از این پلیمرها و یونوفور والینومایسین و سایت‌های یونی اضافه شده، پاسخ‌های نرنستی، گزینش‌پذیری‌های عالی و رانش‌های سیگنال به اندازه 3 $\mu\text{V}/\text{h}$ را در محلول 1 میلی‌مولار KCl نشان می‌دهند. همه ISE‌ها شیب‌های پاسخ نرنستی را حفظ و پس از 41 ساعت قرار گرفتن در معرض پلاسمای خوک، فقط گزینش‌پذیری را کمی بدتر نمودند (مقادیر $\log K_{k,Na}$ به ترتیب از -4.56، -4.58 و -4.49 تا -4.04، -4.00 و -3.90 برای سیلیکون 1، سیلیکون 2 و فلوروسیلیکون 1)، تایید می‌نماید که این حسگرها گزینش‌پذیری بالایی را حفظ می‌نمایند که آن‌ها را برای استفاده در نمونه‌های فیزیولوژیکی مناسب می‌نماید. هنگامی که SC-ISE‌ها در پلاسمای خوک غوطه‌ور می‌شوند، انحرافات

1 solid-contact ion-selective electrodes

2 poly(vinyl chloride)

3 colloid-imprinted mesoporous

EMF^1 را نشان می‌دهند که هنوز نسبتاً کم می‌باشد، اما به طور قابل توجهی بزرگتر از زمانی است که اندازه‌گیری‌ها در آب خالص انجام می‌شود. جالب توجه است که علیرغم ساختارهای بسیار مشابه این پلیمرهای ماتریکس، SC-ISE های تهیه شده با سیلیکون 2 رانش کمتری را در پلاسمای خون خوک ($55 \mu V/h$ -، بیش از 41 ساعت) در مقایسه با سیلیکون ($495 \mu V/h$ -) یا فلوروسیلیکون ($297 \mu V/h$ -) نشان می‌دهند. **کلیدواژه‌ها:** الکترودهای انتخابی یونی با تماس جامد، سیلیکون، کربن مزوپور کلوئیدی، گزینش پذیری عالی.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، مشخص می‌شود که SC-ISE های تهیه شده با غشاهای سیلیکون یا فلوروسیلیکون بدون نرم‌کننده و کربن CIM به عنوان تماس جامد دارای شیب‌های پاسخ نرنستی و گزینش پذیری عالی می‌باشند و کمترین رانش‌های پتانسیل گزارش شده تاکنون برای SC-ISE ها با غشاهای سیلیکونی در محلول‌های آبی نمک گزارش شده است. از گزارش‌های موجود در مطالعات ISE های مبتنی بر سیلیکون، تنها تعداد اندکی حاوی داده‌های کمی برای پایداری طولانی مدت هستند. رانش SC-ISE K^+ تهیه شده در این پژوهش با سیلیکون 2 و کربن CIM به عنوان تماس جامد در محلول‌های نمک آبی ($7 \pm 5 \mu V/h$) بسیار کمتر از مقدار گزارش شده برای SC-ISE Ca^{2+} تهیه شده با ISM سیلیکونی و تماس جامد گرافن/پلی‌آنیلین ($200 \mu V/h$) می‌باشد، اگرچه تفاوت در زمان تهویه و دمای نمونه ممکن است به تفاوت در رانش کمک نماید. پژوهشگران همچنین به انحلال احتمالی پلی‌آنیلین در ISM اشاره نمودند که ممکن است در رانش نیز نقش داشته باشد، در حالی که ISE های تهیه شده با کربن CIM از چنین مشکلی رنج نمی‌برند. رانش SC-ISE های تهیه شده با فلوروسیلیکون 1 ($3 \pm 5 \mu V/h$) و کربن CIM به عنوان تماس

1 electromotive force

جامد نیز کمتر از آنچه برای K^+ ISE تهیه شده با فلوروسیلیکون 1 ($10 \mu V/h$) پلاستیکی شده (DOS^1) روی یک الکتروود Ag^2 گزارش شده است.

این پژوهش همچنین نشان می‌دهد که تفاوت‌های کوچک در ترکیب سیلیکون می‌تواند تأثیر زیادی بر پایداری طولانی مدت SC-ISEها، به‌ویژه در نمونه‌های پیچیده داشته باشد. در پلاسمای خون، SC-ISEهای تهیه شده با سیلیکون 2، رانش $51 \pm 55 \mu V/h$ را نشان می‌دهند که بسیار کمتر از ISEهای تهیه شده با سیلیکون 1 ($50 \pm 495 \mu V/h$) و فلوروسیلیکون 1 ($69 \pm 297 \mu V/h$) می‌باشد. اگرچه ساختار سیلیکون 1 و سیلیکون 2 به طور اسمی یکسان می‌باشند، اما تفاوت در رانش زیاد است. علت این تفاوت به خوبی شناخته نشده است و می‌تواند موضوعی برای مطالعه در آینده باشد. مطالعات اخیر بر اهمیت به حداقل رساندن رانش‌های طولانی مدت SC-ISEها تأکید نموده‌اند و معمولاً این رانش‌ها در محلول‌های الکترولیت اندازه‌گیری می‌شوند. در این پژوهش نشان می‌دهد که رانش در محلول آبی لزوماً با رانش در نمونه‌های واقعی مرتبط نیست و بر اهمیت اندازه‌گیری رانش در نمونه‌هایی که حسگرها برای آن‌ها ساخته شده‌اند تأکید می‌نماید.

Reference

Spindler, B. D., Graf, K. I., Dong, X. I., Kim, M., Chen, X. V., Bühlmann, P., & Stein, A. (2023). Influence of the Composition of Plasticizer-Free Silicone-Based Ion-Selective Membranes on Signal Stability in Aqueous and Blood Plasma Samples. *Analytical Chemistry*, 95(33), 12419-12426.

<https://doi.org/10.1021/acs.analchem.3c02074>

ترجمه و ویرایش: جواد برزوئی

1 dioctyl sebacate
2 Silver

