

Высокие поверхностные давления монослоя с использованием ленточных барьеров: пример близкого к нулю поверхностного натяжения легочных сурфактантов.

Это примечание к приложению иллюстрирует, как Ribbon Barrier KSV NIMA Langmuir может быть использован для исследования монослоев при высоких поверхностных давлениях (> 70 мН/м).

Introduction

Легочные поверхностно-активные вещества покрывают альвеолы легких и выполняют жизненно важную функцию, облегчая процесс дыхания. Во время вдоха поверхностно-активное вещество уменьшает поверхностное натяжение ткани примерно в 15 раз, что значительно облегчает надувание альвеол.

Дипальмитоилфосфатидилхолин (ДППК) – один из фосфолипидов, присутствующих на поверхности альвеол. Известно, что высокоупорядоченная твердая фаза ДППК поддерживает почти нулевое поверхностное натяжение на альвеолах во время выдоха. Другие фосфолипиды обычно не могут быть сжаты до таких низких поверхностных напряжений при температуре, близкой к температуре тела. Традиционно селективное обогащение, так называемая модель выжимания, используется для объяснения того, как на поверхности альвеол образуется плотная пленка ДППК. В модели фосфолипиды, отличные от ДППК, постепенно удаляются из межфазного монослоя во время сжатия (выдоха) остается только пленка, состоящая исключительно из ДППК.

Для моделирования реального поведения поверхностно-активных веществ в альвеолах необходимы измерения при почти нулевом поверхностном давлении. Несколько групп исследовали поведение ДППК при низких поверхностных напряжениях с использованием ванн Ленгмюра [2,3], но с системами с обычными барьерами трудно измерить почти нулевое поверхностное натяжение. Ранее для этих измерений использовались пленочные пузырьковые сурфактометры и системы Ленгмюра с ромбическими (ромбовидными) рамками [4-6], но они, как правило, страдают низкой точностью и/или контролем количества осажденных сурфактантов.

На самом деле, строго контролируемые, прямые экспериментальные наблюдения природных поверхностно-активных веществ в физиологически значимом диапазоне низкого поверхностного натяжения, отсутствуют на текущий момент.

В этом исследовании мы покажем, что KSV NIMA Langmuir Ribbon Barrier может быть использована для измерения близкого к нулю поверхностного натяжения ДППК. В Ленгмюровской ванне измеренное поверхностное давление (π) равно поверхностному натяжению субфазы в отсутствие монослоя (γ_0) минус наблюдаемое поверхностное натяжение при наличии монослоя (γ):

$$\pi = \gamma_0 - \gamma$$

По мере приближения поверхностного натяжения монослоя к поверхностному натяжению водной субфазы (73 мН/м) поверхностно-активное вещество начинает просачиваться между барьерами ванны. KSV NIMA Langmuir Ribbon Barrier Trough предотвращает утечку с помощью ленточных барьеров и контролируемого сжатия монослоя.



KSV NIMA Langmuir-Blodgett Ribbon Barrier Trough.

Материалы и методы

Монослой Ленгмюра создавали путем нанесения 15 мкл раствора ДППК 1 мг/мл в хлороформе на поверхность сверхчистой воды с помощью KSV NIMA Langmuir Ribbon Barrier Trough. Для справки, аналогичный монослой DPPC был также создан с использованием обычной системы KSV NIMA Langmuir. После растекания пленки оставляли нетронутыми в течение 15 минут, чтобы растворитель испарился. Слои сжимались до целевого поверхностного давления 80 мН/м со скоростью 10 мм/мин. При сжатии регистрировались изотермы площади поверхностного давления ($\pi - A$).

Результаты и обсуждения

Изотермы поверхностного давления, полученные с использованием обычных систем KSV NIMA Langmuir Trough и KSV NIMA Langmuir Trough and the KSV NIMA Langmuir Ribbon Barrier Trough представлены на рис. 1. Сжатие обеих пленок начиналось с давлений ниже 1 мН/м. С обычным барьером было достигнуто поверхностное давление 62 мН/м, после чего барьеры начали протекать. С помощью ленты можно было достичь стабильного поверхностного давления до 72 мН/м.

Было показано, что на поверхности легких выдавливание других фосфолипидов, кроме ДППК, происходит при поверхностном давлении 40–50 мН/м, где наблюдается четкая область плато в поверхностном давлении – можно наблюдать изотерму области. [3] В области плато пленка реорганизуется и превращается из жидкого монослоя в конденсированный слой, способный выдерживать высокие поверхностные давления без коллапса. Из рисунка 1 вид-

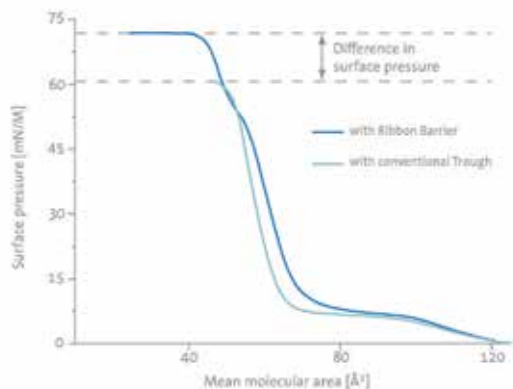


Рисунок. Изотермы поверхностного давления монослоя DPPC, измеренные с помощью KSV NIMA Langmuir Trough Medium (светло-голубое) и KSV NIMA Langmuir Ribbon Barrier Trough (темно-синий).

но, что область плато очень узкая, практически отсутствует при использовании обычной системы KSV NIMA Langmuir Trough. Это указывает на то, что само измерение не оказывает существенного влияния на сжатие. Таким образом, эксперимент ясно показывает, что могут быть достигнуты очень высокие плотности упаковки DPPC.

Выводы

Исследование показывает, что KSV NIMA Langmuir Ribbon Barrier Trough может быть использован для сжатия пленок ДППК на поверхности сверхчистой воды до почти нулевого поверхностного натяжения. Метод позволяет легко, с высоким уровнем контроля и надежно измерять компрессию природных фосфолипидных поверхностно-активных веществ, а также экспериментально исследовать фазовые переходы и процесс селективного обогащения ДППК на поверхности альвеол.

Этот эксперимент демонстрирует, что KSV NIMA Langmuir Ribbon Barrier Trough подходит для изучения монослоев при высоких поверхностных давлениях. Такие высокие давления могут представлять интерес в ряде областей применения (не только в ДППК). Осаждение на твердые образцы таких монослоев высокой плотности может быть достигнуто с помощью KSV NIMA Langmuir Ribbon Barrier Trough.

Ссылки и рекомендации

- [1] Zuo, Y. Y. J. Appl. Physiol. 2007, 102, 1733-1734
- [2] Xicohtencatl-Cortes, J.; Mas-Oliva, J.; Castillo, R. J. Phys. Chem. B 2004, 108, 7307-7315
- [3] Zhang, H.; Wang, Y. E.; Fan, Q.; Zuo, Y. Y. Langmuir 2011, 27, 8351-8358
- [4] Schürch, S.; Goerke, J.; Clements, J. A. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 1976, 73, 4698-4702
- [5] Yu, S.-H.; Possmayer, F. J. Lipid Res. 1998, 39, 555-568
- [6] Yan, W.; Biswas, S. C.; Laderas, T. G.; Hall, S. B. J. Appl. Physiol. 2007, 102, 1739-1745



Biolin Scientific AB

SE-426 77 Västra Frölunda

T.: +46 31 769 7690

E-mail: info@biolinscientific.com

www.biolinscientific.com



«МИЛЛАБ»

г. Москва, Дмитровское ш., д. 100, стр. 2,
бизнес-центр «Норд Хаус»,
T: +7 (495) 933-71-47 info@millab.ru

www.millab.ru

«МИЛЛАБ Санкт-Петербург»

г. Санкт-Петербург,
T: +7 (812) 612-99-80, spb@millab.ru

«МИЛЛАБ Урал»

г. Екатеринбург,
T: +7 (343) 287-29-14, ekb@millab.ru

«МИЛЛАБ Юг»

г. Краснодар,
T: +7 (861) 201-14-27, south@millab.ru

«МИЛЛАБ Сибирь»

г. Новосибирск,
T: +7 (383) 363-09-00, sibir@millab.ru