

Оглавление

Предисловие к изданию на русском языке	7
Предисловие к изданию на английском языке	8
Авторский коллектив	9
Список сокращений и условных обозначений	12
Глава 1. Краткая история гибкой бронхоскопии: от оптоволокну до робототехники (<i>Хайнрих Д. Беккер</i>)	14
Глава 2. Гений профессора Ikeda: гибкий бронхоскоп и обучение гибкой бронхоскопии (<i>Джейсон Акулиан, Дэвид Феллер-Копман</i>)	32
Глава 3. Прикладная анатомия дыхательных путей (<i>Мани С. Кавуру, Атул Мехта, Дж. Фрэнсис Тернер-мл.</i>)	37
Глава 4. Профилактика инфекций и радиационная безопасность в кабинете бронхоскопии (<i>Прасун Джаин, Сара Хадик, Атул Мехта</i>)	43
Глава 5. Анестезиологическое пособие при диагностической и терапевтической бронхоскопии (<i>Блэйк А. Мур, Дж. Фрэнсис Тернер-мл., Ко-Пен Ванг</i>)	68
Глава 6. Показания и противопоказания к гибкой бронхоскопии (<i>Роберт Ф. Браунинг-мл., Дж. Фрэнсис Тернер-мл., Ко-Пен Ванг</i>)	84
Глава 7. Ультразвуковое исследование с радиальным датчиком при гибкой бронхоскопии (<i>Нориаки Куримото, Такеши Исобэ, Такео Инуэ, Теруоми Миязава</i>)	100
Глава 8. Конвексное ультразвуковое исследование при гибкой бронхоскопии (<i>Эндрю Паттисон, Казухиро Ясуфуку</i>)	108
Глава 9. Ранняя диагностика рака легкого: аутофлуоресцентная бронхоскопия, узкоспектральная визуализация, оптическая когерентная томография, рамановская спектроскопия (<i>Ренель Майерс, Стивен Лэм</i>)	121
Глава 10. Электромагнитная навигационная бронхоскопия (<i>Карлос Аравена Леон, Томас Р. Гильдеа</i>)	129
Глава 11. Виртуальная бронхоскопическая навигация (<i>Свати Бавеха, Вольфганг Хохенфорст-Шмидт, Дж. Фрэнсис Тернер-мл., Ко-Пен Ванг</i>)	145
Глава 12. Непрямая ларингоскопия: анатомия и применение гибкого бронхоскопа (<i>Эрик Р. Карлсон, Томас Шливе</i>)	150
Глава 13. Бронхоскопия при поражениях дыхательных путей: смывы, браш-биопсия, эндобронхиальная биопсия (<i>Хайнрих Д. Беккер</i>)	167
Глава 14. Бронхоальвеолярный лаваж (<i>Вей Чанг, Йи Хуанг, Ричард Хелмерс</i>)	171

Глава 15. Бронхоскопическая биопсия легкого (<i>Шон Мак-Кей, Роберт Ф. Браунинг-мл., Дж. Фрэнсис Тернер-мл., Ко-Пен Ванг</i>)	186
Глава 16. Трансбронхиальная игольная аспирация с целью получения цитологических и гистологических образцов ткани (<i>Янг Ся, Дж. Фрэнсис Тернер-мл., Атул Мехта, Ко-Пен Ванг</i>)	195
Глава 17. Стадирование бронхогенной карциномы: наш путь с 1994 г. до настоящего времени (<i>Дж. Фрэнсис Тернер-мл., Ко-Пен Ванг</i>)	221
Глава 18. Будущее интервенционной пульмонологии (<i>Ала Эддин Сагар, Давид Ост</i>)	229
Глава 19. Применение лазерной, электрической, аргоноплазменной коагуляции и криотерапии в гибкой бронхоскопии (<i>Данай Хемасуван, Семра Билацероглу</i>)	236
Глава 20. Гибкая бронхоскопия и эндобронхиальная брахитерапия, размещение реперных маркеров, радиочастотная и микроволновая абляция (<i>Майкл А. Янти</i>)	248
Глава 21. Аспирация инородных тел и гибкая бронхоскопия (<i>Эрик Фольх, Александр Рабин, Атул Мехта</i>)	278
Глава 22. Роль бронхоскопии при кровохарканье (<i>Гуо-ву Жу, Хай-донг Хуанг, Чонг Бай, Сунит Патель</i>)	288
Глава 23. Эндобронхиальное стентирование (<i>Септимиу Мургу, Джонатан Курман, Дж. Фрэнсис Тернер-мл., Атул Мехта, Ко-Пен Ванг</i>)	304
Глава 24. Баллонная бронхопластика (<i>Бен Бевилл, Лука Паолетти, Николас Пастис-мл.</i>)	328
Глава 25. Жесткая бронхоскопия (<i>Дж. Фрэнсис Тернер-мл., Ко-Пен Ванг</i>)	334
Глава 26. Гибкая бронхоскопия в педиатрии (<i>Сиченг Лю, Чен Менг, Джинг Ма, Шуньинг Жао</i>)	342
Глава 27. Бронхоскопия в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии (<i>Али Садугли, Александр Чен</i>)	353
Глава 28. Бронхиальная термопластика при астме (<i>Ара А. Хриссиан, Самир Макани, Майкл Симофф</i>)	361
Глава 29. Эндоскопическая терапия эмфиземы (<i>Стефано Гаспарини, Мартина Бонифаци</i>)	371
Глава 30. Эндоскопическое лечение бронхоплевральных фистул (<i>Минь-Яо Ке, Хай-донг Хуанг, Дж. Фрэнсис Тернер-мл.</i>)	382
Глава 31. Лечение доброкачественных стенозов дыхательных путей и трахеобронхомаляции (<i>Ксян Ли, Янг Ся</i>)	390
Предметный указатель	403

Глава 2

Гений профессора Ikeda: гибкий бронхоскоп и обучение гибкой бронхоскопии

Джейсон Акулиан, Дэвид Феллер-Копман

2.1. Профессор Shigeto Ikeda (1925–2001) — отец гибкой бронхоскопии

До разработки гибкого бронхоскопа в 1965 г. эндобронхиальный осмотр слизистой оболочки и лечение проводились с использованием прямой визуализации с помощью жесткой бронхоскопии. Внедрение жесткого бронхоскопа Gustav Killian в 1876 г. и его последующее внедрение оториноларингологами позволили визуализировать трахею и центральные дыхательные пути. Функционал жесткой бронхоскопии расширился от простой визуализации дыхательных путей до извлечения инородных тел, диагностики аневризмы аорты, увеличенных ЛУ, удаления дифтерийных псевдомембран дыхательных путей и лечения патологии дыхательных путей, связанной с туберкулезом легких [1, 2]. Эти разработки представляли собой важные достижения в лечении заболеваний дыхательных путей, но было признано, что жесткая конструкция эндоскопа обуславливала и специфические ограничения. Эти ограничения включали невозможность визуализации верхних долей или субсегментов средней доли и билатеральных нижних долей [2]. В 1962 г. был основан Японский национальный онкологический центр [3]. Там и в том же году группа под руководством доктора Shigeto Ikeda (1925–2001) (**рис. 2.1**) разработала световод из стекловолокна для использования во время эзофагоскопии и жесткой бронхоскопии, заменив дистальные электрические лампочки и улучшив, таким образом, освещенность кончика зонда.

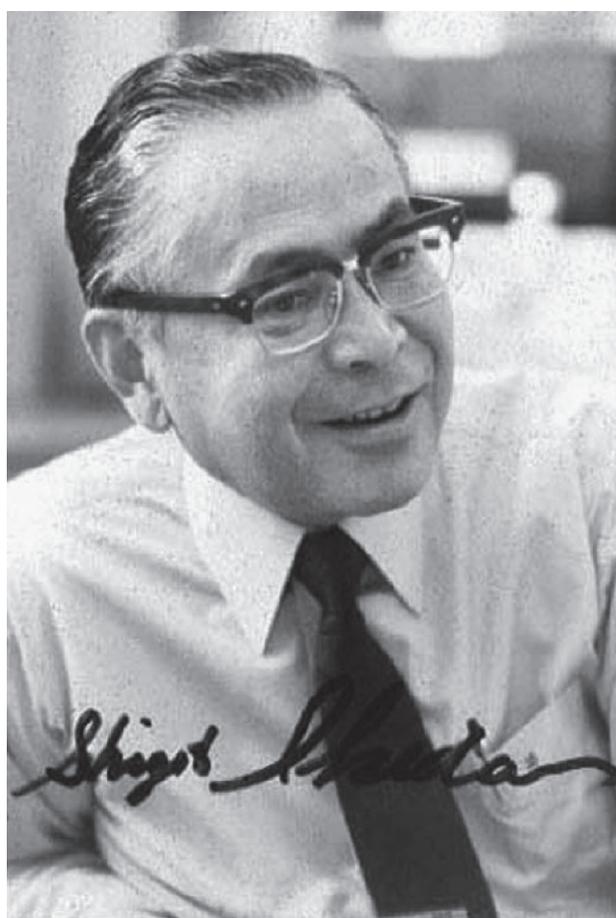


Рис. 2.1. Доктор Shigeto Ikeda. Воспроизведено с разрешения Wolters Kluwer Health Inc.

В следующие 5 лет после разработки световода из стекловолокна произошли два важных события,

которые укрепили репутацию доктора Ikeda как отца гибкой бронхоскопии. Первым был сбор данных о случаях заболеваний в недавно созданном Национальном онкологическом центре в Токио. Доктор Ikeda описал распространение рака в дыхательных путях, резецированных за этот период, и отметил, что 48 случаев можно считать ранним раком легких (резецированные образцы <3 см). Далее он сообщил, что только 20,8% (10/48) этих случаев можно было бы увидеть с помощью жесткого бронхоскопа. Доктор Ikeda описал потребность в гибком бронхоскопе, который мог бы не только визуализировать верхние доли, но и достигать дистальных отделов дыхательных путей (сегменты II–IV). Этот гибкий бронхоскоп, по его мнению, потенциально позволит увидеть дополнительно 62,4% (30/48) поражений [2]. Признание доктором Ikeda этих проблем и его опыт работы с корпорацией Machida в разработке стекловолоконного световода побудили его весной 1964 г. инициировать производство прототипа гибкого бронхоскопа [4]. Спецификации прототипа включали, помимо прочего, внешний диаметр <6 мм, световые и оптические волокна 15 мкм и возможность сгибания дистального конца (табл. 2.1). Год спустя аналогичные спецификации были озвучены компанией Olympus Optical. Летом 1966 г. и Machida, и Olympus представили свои прототипы, которые впоследствии были представлены на IX Международном конгрессе по заболеваниям органов грудной клетки в Копенгагене, Дания.

Таблица 2.1. Спецификации гибкого бронхоскопа (1964)

Параметр	Значение
Наружный диаметр, мм	<6
Оптические волокна (толщина и количество)	15 мкм, >15 000
Световые волокна (толщина и количество)	15–20 мкм, >10 000
Длина дистальной ригидной части, мм	<10
Фокусное расстояние (фиксированный фокус), см	0,5–3,0
Угол сгибания кончика	60°, 30 мм от дистального конца
Угол обзора	80°
Общая длина, см	100

Последующие итерации гибкого бронхофиброскопа включали, помимо прочего, добавление рабочего канала, повышенную прочность и сгибание дистального конца. Следующее важное событие в эволюции гибкого бронхоскопа произошло в 1987 г., когда корпорация Asahi PENTAX представила эндоскоп с дистальным глазком камеры и миниатюрным датчиком устройства с зарядовой связью, размещенным в наконечнике, что положило конец необходимости в оптоволоконных пучках изображений и повысило разрешение изображения [5]. Корпорации Olympus и Machida-Toshiba быстро последовали ее примеру и представили аналогичные модели.

Этот видеобронхоскоп представлял собой первое поколение того, что сейчас считается современным гибким бронхоскопом, и с тех пор претерпел множество итераций, включая широкий спектр размеров эндоскопа/рабочего канала, методов визуализации и увеличения свободы сгибания/вращения. Вскоре после появления современного гибкого видеобронхоскопа он стал повсеместным и жизненно важным инструментом в пульмонологической и торакальной практике. Его использование в дальнейшем расширилось до военных/правоохранительных органов и промышленности, включая проверку двигателей самолетов и общественных водопроводов.

Дальнейшее развитие гибкого видеобронхоскопа произошло в 2004 г. с появлением гибкого изогнутого EBUS-бронхоскопа [6, 7]. Это усовершенствование объединило гибридный оптоволоконный видеобронхоскоп с ультразвуковой головкой, что позволило в режиме реального времени оценить и взять образцы структур за пределами дыхательных путей, невидимых для прямой визуализации с помощью бронхоскопии в белом свете. Более чем за 50 лет, прошедших с тех пор, как доктор Ikeda впервые придумал гибкий бронхофиброскоп, мы стали свидетелями удивительных достижений в этой технологии. Теперь мы можем видеть, выполнять биопсию и стадировать поражения ворот и средостения, а также попадать в порядки бронхов, ранее недоступные, с помощью ультратонких бронхоскопов. Именно на этой оригинальной платформе гибкого бронхоскопа развились дальнейшие технологические достижения, такие как электромагнитная навигационная бронхоскопия (ЭНБ), а теперь и роботизированная бронхоскопия.

2.2. Обучение методике гибкой бронхоскопии

С разработкой гибкого бронхоскопа и его последующей эволюцией возникла необходимость в обучении конкретным процедурам. Первые попытки обучения были сосредоточены на учебниках, иллюстрирующих бронхиальную анатомию, патологические состояния и советы по работе с бронхоскопом [8–10]. В 1975 г. Zavala опубликовал первую большую серию случаев диагностической фиброоптической бронхоскопии (ФБС), выполненной у 600 пациентов в период с 1971 по 1974 г. [11]. Доктор Zavala описал введение бронхоскопа, маневрирование и методы биопсии, используемые его командой во время бронхоскопии. Он также описал обращение с образцами и их обработку, а также постпроцедурный уход за используемым оборудованием. В работе описаны два наиболее частых типа диагноза, устанавливаемых при бронхоскопической биопсии: злокачественный и инфекционный. Наконец, он попытался количественно оценить диагностическую ценность каждого метода, а также процедурные осложнения.

В 1974 г., до публикации доктора Zavala, Американский колледж торакальных врачей (American College of Chest Physicians — АССП) назначил подкомитет, включающий торакальных хирургов, оториноларингологов и терапевтов, для разработки стандартов обучения эндоскопии. Стандарты, опубликованные в 1976 г., были довольно широкими и представляли собой минимальные ожидаемые стандарты для эндоскопии [12].

За это время доктор Zavala разработал первую учебную модель бронхоскопии (рис. 2.2). В этой модели использовалась существовавшая модель интубации верхних дыхательных путей для взрослых с заменой воздуховода Zavala дистальнее подсвязочного отдела модели. Использование модели позволило познакомить стажеров с бронхоскопией, избегая взаимодействия новичка с пациентом [13]. В редакционной статье 1978 г. ставится под сомнение состояние методики обучения бронхоскопии и подчеркивается необходимость обучения распознавания конкретной патологии. Кроме того, минимальное количество случаев для достижения базовой компетентности было установлено в 50–100 бронхоскопий [14]. В 1980 г. Dull и соавт. опубликовали данные, свидетельствующие об отсутствии существенной разницы в точности бронхоскопической диагностики при сравнении врачей, чей опыт варьировал от 100 до 4000 бронхоскопий. Авторы этого исследования предположили, что выполнения 100 бронхоскопий было достаточно, чтобы овладеть процедурной техникой [15].



Рис. 2.2. Модель легких Завалы. Ранняя модель легкого, разработанная для обучения врачей бронхоскопии

В 1982 г. АССП снова предпринял попытку систематизировать стандарты компетентности и обучения, на этот раз специально для ФБС [16]. В этих рекомендациях минимум процедур составлял 50 диагностических бронхоскопий, выполняемых под наблюдением, и они были разбиты на когнитивные и клинические цели обучения. Несмотря на опыт авторов, никакие данные не были представлены в качестве основы для их руководства. За рекомендациями АССП 1982 г. в 1987 г. последовали собственные

рекомендации Американского торакального общества (American Thoracic Society — АТС), которые были ориентированы на показания и применение ФБС, а не на компетентность [17]. В течение следующих двух десятилетий большая часть обучения ФБС была сосредоточена на обучении у постели больного/во время процедуры, однодневных курсах и принципе «увидеть одно, сделать одно, научить одному». Несмотря на то что он достаточно эффективен, чтобы подготовить многих врачей к проведению бронхоскопии, было опубликовано мало данных, а основные процедурные стандарты компетентности по-прежнему отсутствовали.

Ряд факторов спровоцировал рост интереса к обучению бронхоскопии, который начался в 1990-х гг. Одним из них было требование Американского совета внутренней медицины о подтверждении процедурной компетентности в конкретных процедурах сертификации в области интенсивной терапии легких, а также признание того, что ни АССП, ни АТС не предоставили основанных на доказательной медицине всеобъемлющих рекомендаций по предоставлению больницам привилегий выполнять основные процедуры, связанные с легочной реанимацией и интенсивной терапией [18]. Двумя другими факторами были введение высокоточных симуляторов бронхоскопии для обучения врачей и рост ИП как узкой специализации.

2.3. Симуляционная бронхоскопия

В 2000 г. Haponik и соавт. опубликовали обзор взглядов пульмонологов на собственное обучение бронхоскопии. Эта публикация показала, что подходы к обучению бронхоскопии были в основном в форме экспертных индивидуальных инструкций, лекций и обсуждения случаев, в то время как использование моделей легких и просмотр обучающих видео происходили нечасто. Кроме того, авторы отметили, что почти треть участников не были знакомы с техникой бронхоскопической интубации и что терапевтические бронхоскопические процедуры выполнялись нечасто. Также отмечен высокий уровень энтузиазма при использовании прототипа симулятора бронхоскопии. В этом исследовании не проводилось никаких объективных измерений мастерства или качества проведения процедур [19]. После этого была опубликована серия исследований, верифицирующих, а затем оценивающих эффективность высокоточного моделирования бронхоскопии. Эти данные подтвердили, что при сравнении уровней навыков между «экспертами», «промежуточными звеньями» и «новичками» наблюдались значительные различия во времени процедуры, баллах субъективной оценки качества и количественных показателях качества бронхоскопии [20]. Также были отмечены значительные улучшения в ловкости и точности, о чем свидетельствует меньшее количество пропущенных сег-

ментов дыхательных путей и толчков в стенки бронхов [21]. Понимая необходимость имитации бронхоскопии, di Domenico и соавт. представили технологию создания собственной низкоточной симуляционной модели в качестве альтернативы для тех учреждений, которые не могут позволить себе высокоточные виртуальные симуляторы бронхоскопии [22].

За этими исследованиями вскоре последовали попытки объединить письменное/дидактическое обучение и симуляцию с конкретными задачами. Данные, полученные из этих публикаций, позволили сделать вывод, что с использованием этих методов обучения возможна практика на основе симуляции, помогающая улучшить технические навыки бронхоскопии и разработать учебные программы по бронхоскопии, основанные на компетенциях [23, 24].

Wahidi и соавт. последовали этому направлению исследований, опубликовав проспективное исследование приобретения навыков бронхоскопии и когнитивных знаний двумя когортами пульмологов. Первая группа прошла обучение бронхоскопии в соответствии со стандартами своего учреждения, тогда как вторая группа прошла обучение на симуляторе бронхоскопии и оценила учебную онлайн-программу по бронхоскопии. Две когорты попросили выполнить ряд задач, после чего была проведена их оценка с использованием утвержденного инструмента оценки навыков бронхоскопии. Результаты исследования показали крутую кривую обучения в первые 30 бронхоскопий для всех учащихся и меньшее, но постоянное улучшение между 30 и 100 процедурами. Приобретение навыков не достигло пика на 50-й отметке бронхоскопии, и было обнаружено, что образовательная когорта имеет значительно лучшие навыки на этапах бронхоскопии, за исключением 75-й процедуры [25].

В 2013 г. метаанализ симуляционного обучения бронхоскопии показал значительное улучшение навыков/поведения при бронхоскопии и снижение времени процедуры по сравнению с обучением без применения симулятора. При сравнении стандартной клинической инструкции с симуляционным обучением было отмечено незначительное улучшение навыков, процесса и результатов [26]. Эти исследования позволяют предположить, что использование симуляции в обучении является как минимум эффективным инструментом для введения в бронхоскопию новичков.

2.4. Обучение интервенционной пульмонологии и бронхоскопии

Хотя интервенционная пульмонология уже существовала в течение некоторого времени, как отдельная специализация она была представлена с обзором

данной области, опубликованным в «Медицинском журнале Новой Англии» в 2001 г. [27]. В этом обзоре Сейджо и Стерман подробно описали многие техники, используемые специалистами по ИП. Это повышение осведомленности и расширение программ ординатуры в области ИП еще больше приблизило эту область к зрелости. Наряду с ростом популярности ИП и количества специалистов, специально обученных проведению расширенной диагностической и терапевтической бронхоскопии, пришло признание необходимости разработки мер компетентности и стандартизации обучения.

В 2002 и 2003 г. Европейское респираторное общество (European Respiratory Society, ERS)/ATS и ACCP опубликовали заявления о практике ИП [28, 29]. Оба этих утверждения/рекомендации были хорошо продуманными попытками систематизировать технические особенности бронхоскопической процедуры, а также дать некоторые рекомендации относительно минимального количества процедур, необходимого для достижения и поддержания компетентности. Несмотря на все усилия, авторы были вынуждены полагаться на скудные экспериментальные/сравнительные данные, на основании которых давали свои рекомендации. ACCP опубликовал отчет группы экспертов, в котором формат вопросов PICO использовался вместе с систематическим поиском литературы для лучшего понимания состояния вариабельности обучения бронхоскопии и возможности создания процедурных стандартов обучения. Группа обнаружила высокую степень вариабельности методов обучения, хотя количество доступных данных оставалось низким (от 3 до 11 исследований, оцениваемых на один вопрос PICO). В этой публикации была представлена сводная таблица рекомендаций ERS/ATS и ACCP по процедурному объему, но эти рекомендации в основном представляли собой мнение экспертов.

В соответствии с этими рекомендациями продолжалось постепенное улучшение валидации тренажеров и подходов к обучению традиционной бронхоскопии [23, 24, 30–34]. Однако, по мере того как развивались эти успехи, область бронхоскопии продолжала развиваться с введением EBUS, навигационной бронхоскопии и повторного введения ригидной бронхоскопии. Эти новые технологии представляют собой достижения в минимально инвазивной диагностике и стадировании пациентов с раком легких, а также пациентов с доброкачественными заболеваниями легких. С этими достижениями также возникли новые проблемы, связанные с новыми процедурными компетенциями, обучением и изменениями в практике. В 2012 г. Davoudi и соавт. опубликовали статью об инструменте оценки навыков и задач EBUS. Инструмент оценки навыков и задач EBUS использовался для оценки ряда навыков и задач у 24 операторов трех уровней квалификации (начальный, средний и опытный) в трех учреждениях.

Они сообщили о высоком уровне межтестовой надежности и способности классифицировать операторов EBUS-TBNA от новичка до эксперта [35]. В 2013 г. Feller-Korpmann и соавт. оценивали влияние программы EBUS-TBNA на обучение стандартной тонкоигольной биопсии среди стипендиатов крупного академического медицинского центра. Авторы сообщили о значительном увеличении общего числа выполненных случаев и диагностической эффективности при сравнении EBUS с конвенциональной TBNA (сTBNA). Также было отмечено значительное снижение количества процедур сTBNA, а также диагностической эффективности и точности по сравнению с EBUS [36].

Эти исследования были продолжены в 2016 г., когда Mahmood и соавт. разработали инструмент оценки навыков и компетентности жесткой бронхоскопии. Инструмент оценки навыков и компетентности жесткой бронхоскопии должен был служить объективным, компетентностно-ориентированным инструментом оценки основных навыков жесткой бронхоскопии, включая жесткую интубацию и навигацию по центральным дыхательным путям. Авторы оценили 30 операторов с уровнями навыков новичка, среднего уровня и эксперта в двух академических медицинских центрах. Они сообщили о значительных различиях в оценке инструмента оценки навыков и компетентности жесткой бронхоскопии в зависимости от уровня навыков, а также о высоком уровне надежности между разными исследователями [37].

Инструменты оценки навыков бронхоскопии, такие как BSTAT (Bronchoscopy Skills and Tasks Assessment Tool — инструмент оценки бронхоскопических навыков и выполнения задач), инструмент оценки навыков и задач EBUS и инструмент оценки навыков и компетентности жесткой бронхоскопии, представляют собой самые современные попытки количественной оценки и квалификации пользователей базовых, продвинутых и интервенционных методов бронхоскопии. Хотя эти методики не являются всеобъемлющими, они дополняют растущую базу данных, направленных на стандартизацию и улучшение практики бронхоскопии. В парадигме оценки навыков по-прежнему отсутствует инструмент оценки периферической навигационной бронхоскопии, и в настоящее время доступны только данные симуляционной модели [38, 39]. Требуется

сбор дополнительных данных в отношении обучения и приобретения передовых навыков бронхоскопии, а также их поддержания, поскольку эти методы становятся все более распространенными в практике. В недавней публикации, оценивающей целесообразность стадирования рака легкого с использованием EBUS-TBNA, была отмечена значительная разница в использовании соответствующей парадигмы стадирования между специализированными пользователями с большим объемом и практиками с меньшим объемом [40]. Эти данные свидетельствуют о том, что необходимо не только адекватно овладеть навыком, но и что определенный объем проведенных процедур в течение определенного периода времени требуется не только для выполнения рассматриваемой процедуры, но и для применения правильной парадигмы ее выполнения. Эти вопросы гарантированно будут становиться все более сложными и потребуют дальнейших исследований, поскольку технологии, находящиеся в нашем распоряжении, продолжают стремительно развиваться.

2.5. Заключение

В настоящее время мы стоим на перекрестке, опираясь на плечи гиганта, доктора Shigeto Ikeda. Без его дальновидности и стремления к разработке гибкого волоконного видеобронхоскопа наша способность оценивать дыхательные пути и заболевания легких все еще была бы сильно ограничена. Хотя доктор Ikeda, безусловно, никогда не представлял себе развитие периферической бронхоскопии, EBUS или эволюцию современной жесткой бронхоскопии, его базовые ценности ориентированного на пациента применения технологий и обучения продолжают обуславливать нашу сегодняшнюю практику. По мере того как мы движемся вперед в своем развитии, мы постоянно должны напоминать себе и нашим ученикам, как и когда применять удивительные технологии сегодняшнего и завтрашнего дня.

Список литературы