

УСТРОЙСТВА МАССОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

MASS REMOTE HEALTH MONITORING DEVICES FOR DIGITAL HEALTHCARE

Козлов Михаил

Ph.D. Директор Института интеграции и профессиональной адаптации, Нетания, Израиль.

Kozlov Michail

Ph.D. Director of the Institute of integration and professional adaptation, Netanya, Israel

E-mail: 19mike19k@gmail.com tel.: +(972)527052460

Аннотация. Проводится анализ действий по борьбе с эпидемией COVID-19 и рассматривается необходимость в создании и использовании адаптивной к ситуации системы цифрового здравоохранения для массового дистанционного контроля здоровья на основе устройств, применяющих смартфон приложения.

Ключевые слова: проактивная стратегия действий, анализ и аппроксимация данных заболеваемости, индивидуальный контроль функционирования легких, спиротестер.

Abstract. The analysis of actions to combat the COVID-19 epidemic is carried out and the need to create and use an adaptive digital health system for mass remote health monitoring based on devices using smartphone applications is considered.

Key words: proactive strategy of actions, analysis and approximation of morbidity data, individual control of lung function, spirotester.

Наиболее эффективным методом борьбы с пандемиями можно рассматривать проактивную стратегию действий. И технологические возможности Израиля позволяют провести ее внедрение. Для работы на основе проактивной стратегии действий желательно иметь налаженную систему цифрового здравоохранения, с помощью которой можно охватить все медицинские учреждения и большинство населения. В этой системе должен быть налажен дистанционный контроль состояния здоровья людей с помощью различных устройств. Весьма эффективны для этого могут быть специализированные приложения смартфонов.

Необходимость в создании и использовании адаптивной к ситуации системы цифрового здравоохранения можно показать на примере динамики течения эпидемии COVID-19 в Израиле. На рис. 1 представлена статистика заболеваемости Covid-19 в Израиле за 6 месяцев с 12 марта по 15 сентября 2020г. Как видно из рис. 1, при введенном в середине марта карантине пик заболеваний составил 765 человек 1 апреля, после чего пошел на спад и достиг 5 человек 16 мая. Карантин практически закончился в середине мая, после того как открыли детские сады и школы. И через неделю начался вновь рост заболеваемости. Как видно из рис. 1 рост заболеваемости был значительным и достиг 28 июля 2083 человека в сутки, затем после

небольшого спада заболеваемость снова начала резко расти и достигла 14 сентября 4913 человек в сутки, т.е. больше чем в 6.4 раза по сравнению с пиковым значением во время карантина.

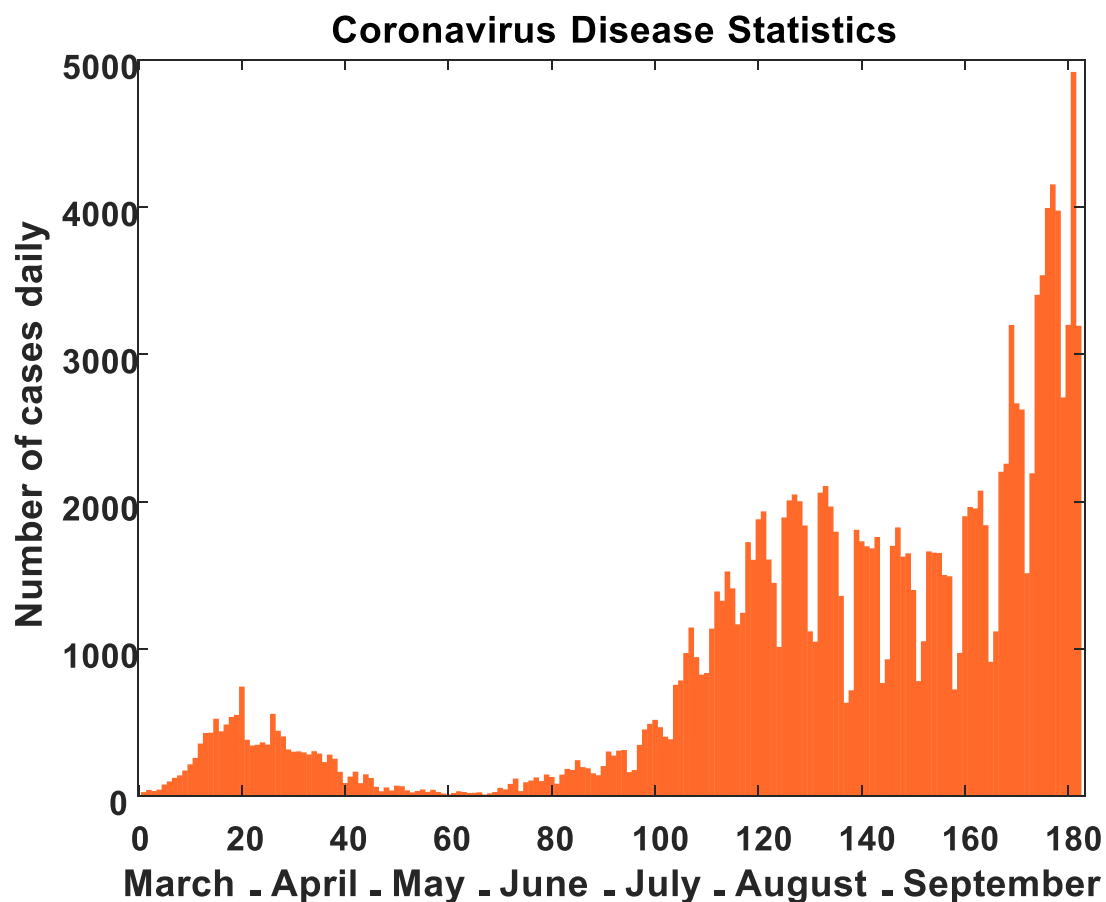


Рис.1. Статистика заболеваемости Covid-19 в Израиле с 12 марта по 15 сентября 2020г. [1].

Приведенные на рис.1 данные о заболевании берутся на основе информации, предоставляемой с временными отклонениями, приводящими к неточностям распределения заболеваний по дням. Эту неточность, в частности, можно увидеть по разным суточным данным Минздрава и Минфина. И для выявления более адекватной закономерности изменения данных они были обработаны с помощью аппроксимации по методу наименьших квадратов полиномом 21-го порядка. На рис. 2 красным цветом приведен график необработанной статистики заболеваний с 12 марта по 15 сентября, а график аппроксимации данных приведен синим цветом.

Из аппроксимации видно, что рост заболеваемости после отмены карантина с середины мая до конца июля практически шел по экспоненте. Затем после небольшого спада более резкий экспоненциальный рост возобновился. По полученной аппроксимации можно считать, что приведенный официальной статистикой в конце июля максимальный пик заболеваемости является ложным и в это время уже начался небольшой спад заболеваемости. Такой же вывод

можно сделать и для пика заболеваний во время карантина, а также для приведенных в последнее время данных по росту заболеваний. Из аппроксимации виден резкий рост в сентябре, но он не превысил 4 тысяч человек, а по официальным данным он близок к 5 тысячам.

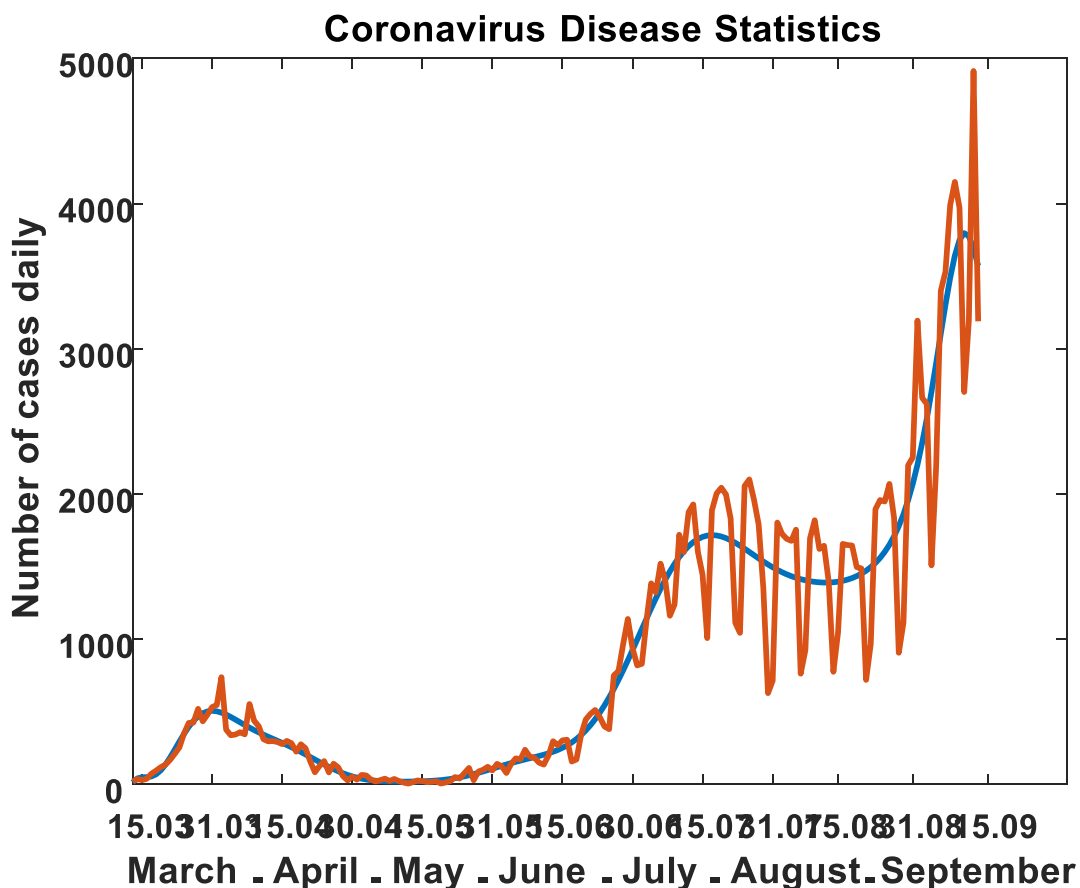


Рис.2. Аппроксимация данных роста заболеваний с 12 марта по 15 сентября 2020г.

Экспоненциальный рост заболеваемости можно объяснить отсутствием системного подхода в мероприятиях борьбы с Covid-19 с середины мая. Так, значительный вклад в рост заболеваемости внесло открытие школ и детских садов. В Израиле в среднем на семью приходится по 3 детей. В школах и детсадах дети находились без масок в закрытых помещениях, что при наличии в группе хотя бы одного ребенка, могло привести к заражению аэрозольным способом большинства присутствующих рядом. В результате дети становились переносчиками инфекции в свои семьи. Только одно это могло привести к экспоненциальному росту заболевания. Дополнительный вклад внесло снятие карантинных ограничений на общественном транспорте. В результате при тестировании около 10% людей в августе оказывалось инфицированными. С учетом роста заболеваемости в начале сентября, пожалуй, следует согласиться с мнением главы штаба по борьбе с коронавирусом профессором Рони Гамзо, что сейчас в первую очередь введение карантинных мер необходимо начинать со школ и детских садов.

Министр энергетики Юваль Штайниц считает, что при выходе из карантина было допущено множество ошибок. Указывая отсутствие системного подхода при борьбе с пандемией, он заявил "Все происходило слишком быстро и бесконтрольно. Для начала требовалось убедиться в том, что коронавирус не вернется, и только затем снимать ограничения" [2].

Можно сделать вывод, что для эффективного противодействия распространению коронавируса, по стратегии смягчения воздействия необходимо было проделать многофакторный системный анализ. И, в частности, для того, чтобы не допускать роста заболеваемости, следовало продлить карантин для детей, обеспечивая, при необходимости, одного из членов семьи дотацией. И в тоже время отладить санитарные требования и контроль за их соблюдением такой, чтобы не пострадала экономика страны и занятость населения. При этом все организационно-технические мероприятия по борьбе с эпидемией COVID-19 с самого начала эпидемии должны были проводиться под управлением Службы тыла, как наиболее профессионально подготовленной структуры для таких действий.

Рассматривая совместную эволюцию природы и человека, можно проанализировать такую животрепещущую тему как противодействие пандемии COVID-19 в контексте постнеклассической научной рациональности. Вирусы можно отнести к открытым саморегулирующимся системам, стремящимся к адаптации с окружающей средой, обеспечивающей их существование.

Учитывая появление новых вариаций коронавируса, имеются предположения об изменении поведения их штаммов. Согласно исследованиям в наиболее распространенном штамме коронавируса произошла мутация, которая ускоряет репликацию вируса и увеличивает его концентрацию в организме. В результате этого вирулентность коронавируса с марта возросла почти на треть.

Исходя из высокой адаптации коронавируса к среде обитания, при борьбе с ним, по-видимому, следует уходить от традиционных взглядов классической кибернетики 1-го порядка, рассматривающего отношения вида субъект-объект, где под субъектом понимается наблюдатель, то есть мы, а под объектом - вариации штаммов коронавируса. И следует переходить к понятиям кибернетики высокого порядка, рассматривая взаимодействия субъект - субъект, в котором субъект - штаммы коронавируса являются активной самоорганизующейся системой, действующей так, как ему позволяет второй субъект – локальный аттрактор людей, с которым контактирует нечеткое множество штаммов вируса.

Приведем пример коллективного доклеточного интеллекта у коронавируса. Вирус не может самостоятельно размножаться. Для этого ему надо использовать клетки организма. И ученые из Еврейского университета в Иерусалиме обнаружили, что коронавирус способен

контролировать метаболизм клеток в легких и не дает организму сжигать углеводы, в результате чего в клетках накапливается большое количество жира, необходимого вирусу для репродукции. Эту выявленную особенность они уже начали использовать для борьбы с коронавирусом [3]. По-видимому, в такой адаптации штаммов вируса активно участвует их мутирующая генетическая память.

С учетом парадигмы отношений субъект (локальный аттрактор людей) – быстро рефлексирующий субъект (коронавирус) надо и строить стратегию борьбы с COVID-19, уходя от малоэффективной, в этом случае, пассивной стратегии выработки группового иммунитета к мудрой, проактивной стратегии действий [4]. Эта стратегия рассчитана на упреждение развития пандемии COVID-19 путем использования современных информационных технологий сбора и обработки больших объемов данных Big Data, Data Mining, Data Science, методов теории принятия решений и предиктивной аналитики и достижений субъектно-ориентированного цифрового здравоохранения.

Пандемия COVID-19 сопровождается поражением легких. При этом, часто вялая и необнаруженная начальная фаза заболевания довольно быстро меняет свое развитие на очень агрессивное с трагическими последствиями. Массовый, дистанционный мониторинг и ранняя диагностика людей является ключевым подходом для решения этой проблемы.

Важнейшим инструментом для выявления легочных заболеваний является спирометрия, которая стала золотым стандартом при измерении функции легких. Однако, имеющиеся спирометры используются в основном во врачебных кабинетах или лабораториях. В то же время имеются реальные запросы клинической практики на дистанционный индивидуальный контроль функционирования легких в домашних условиях. И, в частности, пандемия COVID-19 показала экстремально острый спрос на простые, индивидуальные устройства для такого контроля.

В этом направлении нашей группой инженеров, ученых и врачей SoundSpiro ведутся работы и созданы смартфон аппликация спиротестера (САС) и сайт, используя которые можно дистанционно, в домашних условиях проводить индивидуальный, двух-тестовый контроль функционирования легких, при глубоком, длительном выдохе и форсированном выдохе. Сейчас отлаживается процедура массового внедрения такой смартфон аппликации.

Использование САС позволит сделать значительный шаг вперед, как в индивидуальном, доступном контроле функционирования легких, так и в массовой, эффективной, дистанционной диагностике.

На рис. 3 показана процедура работы с САС при записи выдоха.



Рис.3. Процедура работы с САС при записи выдоха

Эта процедура проста и не требует сложного и дорогостоящего оборудования в отличие от приведенных на рис. 4 различных типов спирометров.



Рис.4. Различные типы спирометров [5].

В САС предусмотрено построение графиков объемом выдоха для дней тестирования за выбранный временной период. Введение в САС функции формирования графиков, отображающих динамику изменения объема выдоха, позволяют решать важные задачи в первичной диагностике заболеваний легких, мониторинговании течения заболевания и оценке терапевтического эффекта. На рис.5 представлен график периодических измерений форсированной жизненной емкости легких в относительных индивидуальных единицах, по отношению к максимальной (образцовой) индивидуальной величине форсированной жизненной емкости легких.

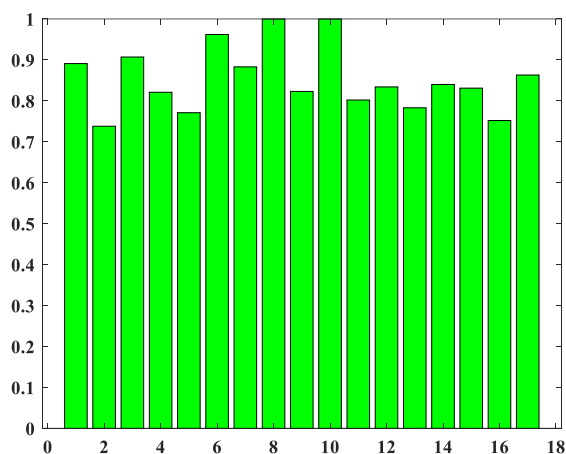


Рис.5. График периодических измерений форсированной жизненной емкости легких

Как видно, относительная величина форсированной жизненной емкости легких примерно за месяц наблюдений изменялась от 1 до минимального значения равного 0.74.

Эта функция позволяет с помощью периодических измерений контролировать работу легких и, при больших отклонениях от образцовой величины, обращаться к врачам. На рис.6 приведен условный график изменения объема выдоха при ухудшении работы легких, получаемый с помощью смартфон приложения спиротестера.

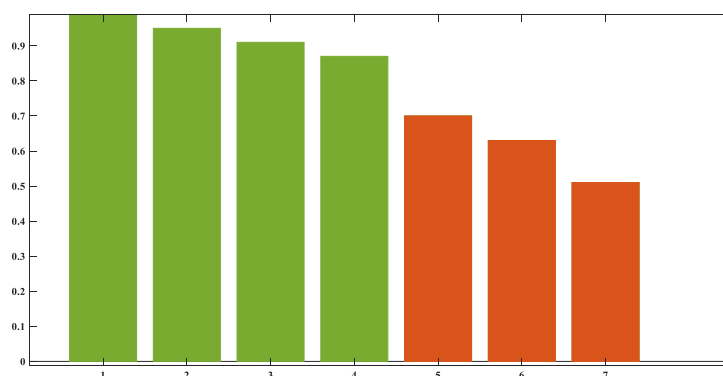


Рис 6. График изменения объема выдоха при ухудшении работы легких

В сочетании с другими симптомами значительное уменьшение объема выдыхаемого воздуха, может служить объективным признаком заболевания коронавирусом и развития пневмонии легких. Учитывая большую загруженность врачей и перегруженность больниц при пандемии, следует считать важным такое дистанционное, индивидуальное тестирование функционирования легких. Из проведенного анализа, кроме разработанной нами смартфон приложения спиротестера, других простых и доступных к широкому применению устройств, работающих в двух тестовом режиме и позволяющих отслеживать динамику функционирования легких, пока нет.

Использование САС не связано с посещением пульмонологической лаборатории. Оно рассчитано в первую очередь для индивидуального контроля функционирования легких в домашних условиях. Эту особенность следует использовать для снижения разброса

результатов тестов за счет уменьшения физиологической составляющей в таких отклонениях. Так по результатам более 300 тестов было, в частности, выявлено, что наиболее устойчивые и максимальные значения при дыхательных маневрах получаются при проведении тестов утром до завтрака. Естественно, что в домашних условиях, выполнение таких периодических дыхательных маневров не создает особых проблем для каждого индивидуума.

Кроме рассмотренного выше, имеется еще ряд психологических и физиологических факторов, которые могут оказать влияние на результаты дыхательных маневров. В некоторых случаях дисфункция легких является важным индикатором проблем и сбоев в работе других органов и систем. Исследователями из Института сердца Медицинского центра Хадасса в Иерусалиме отмечается, что у пациентов с сердечной недостаточностью наблюдается нарушение функции легких. Исходя из этого, ими было предложено персонализированное устройство для мониторинга сердечной недостаточности на основе анализа голоса с помощью приложения для смартфона. Для мониторинга состояния пациента предлагается производить 30-секундную запись голоса каждый день [6]. По нашему мнению, подобную процедуру мониторинга сердечной недостаточности можно производить с помощью САС. Для этого следует использовать режим тестирования при длительном выдохе с произнесением пациентом специально подобранной фонемы. Возможно, это позволит упростить и улучшить качество и надежность мониторинга для пациентов с сердечной недостаточностью.

Учитывая простоту, удобство использования, широкие функциональные возможности и высокую чувствительность САС, а также минимальные затраты на установку аппликации на смартфон, можно предположить, что САС найдет широкое применение для домашней функциональной диагностики легких особенно при необходимости постоянного контроля. Это будет способствовать более эффективному использованию анализа показателей функционирования легких в оперативном выявлении заболеваний и их мониторингованию.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Template: COVID-19 pandemic data. Wikipedia.
2. Итамар Айхнер. Тотальный карантин в Израиле: министры против, Нетаниягу молчит. Вести. 13.07.20.
3. Ученые Еврейского университета нашли лекарство, которое уничтожает коронавирус. IsraelInfo. 14.7.2020.
4. Козлов М., Файнберг В. Глобальная децентрализация с проактивной стратегией действий как самое эффективное средство против распространения коронавируса. NIZI.co.il / Наука и жизнь Израиля. 9.04.2020.
5. https://www.google.com/search?rlz=1C1CHBD_enIL884IL884&q=spirometry+machine&tbm=isch&source=univ&sa=X&ved=2ahUKewjd46GatfnoAhVliFwKHZZdCtQQ7Al6BAgKEEE&biw=975&bih=492
- 6- Henders E. Voice analysis by smartphone app detects lung congestion in heart failure patients. News Medical Life Science. Jun.19.2020.