

eHealth and Trends in Bariatric Surgery

Citation for published version (APA):

Versteegden, D. P. A. (2023). *eHealth and Trends in Bariatric Surgery*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Maastricht University. <https://doi.org/10.26481/dis.20230214dv>

Document status and date:

Published: 01/01/2023

DOI:

[10.26481/dis.20230214dv](https://doi.org/10.26481/dis.20230214dv)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Chapter 10

Summary, general discussion and future perspectives



The alarming rate at which obesity is spreading worldwide imposes an enormous burden on healthcare. Efforts are needed to put this trend to a halt. Therefore, the relevance of optimizing weight loss therapies has never been more evident. The focus is on optimizing the support of patients before and long after the operation. The goals of this thesis are to gain insights into the current practice and value of eHealth and describe trends in bariatric surgery.

Summary

The search for optimizing therapy often starts with looking back at past results. In 2015, an eHealth platform was designed and introduced to patients at a large obesity center in the Netherlands. After a few years of practice and optimization, a retrospective assessment of the platform was conducted. **Chapter 2** displays the results of this study. Health records and data traffic of the platform of a cohort of 1098 patients who visited the platform between January 2015 and April 2018 were analyzed. On average, patients connected to the platform about 12 times and viewed 51 pages during this period. Platform activity levels were correlated with postoperative weight loss. Patients were divided into active and non-active platform users based on their activity on the eHealth platform. No differences in weight loss at one- and two-years postoperatively were measured between groups. However, statistically significant more weight loss was seen in the group of patients who used the postoperative content compared to those who did not. Expressed in percentage total weight loss (%TWL), this was 31.7% versus 30.1% and one-year postoperatively ($p=0.006$) and 30.4% versus 28.9% at two-years postoperatively ($p=0.034$). In conclusion, the results of this retrospective research highlight the promising value of eHealth solutions in promoting weight loss after bariatric surgery.

Prospective randomized controlled research is needed to confirm findings found in retrospective studies. **Chapter 3** presents the research protocol of a randomized clinical trial named the BePatient trial. This protocol encompasses the rationale, methodology and statistical considerations concerning the proposed trial. The purpose of this trial was to determine the value of eHealth in bariatric surgery. In this trial, two-hundred-and-five patients were randomized into three groups: 103 patients received standard care (normal-group), 50 patients received access to an online eHealth platform, in addition to standard care (online-group), and 52 patients received access to wireless self-monitoring devices, in addition to access to the platform and standard care (device-group). On the eHealth platform, patients were able to find information about their planned surgery, follow-up program, and dietary and physical activity advice. This

information was available in written text, videos and quizzes. The devices used were a weight scale, blood pressure cuff, oxygen saturation sensor and an activity bracelet. It was hypothesized that the eHealth platform and devices led to increased awareness, commitment and better-informed patients and that this would increase weight loss and subsequent comorbidity reduction, quality of life and other outcomes.

Between February 2017 and February 2018 a total of 205 patients were included in the BePatient trial. In **chapter 4**, the early results of the randomized controlled trial are discussed. It was hypothesized that eHealth would lead to a shorter length of hospitalization and sick leave by better informing patients and an improved feeling of security about their recovery. This hypothesis was, however, rejected based on the findings of the randomized controlled trial. With a median length of stay of 1 day in every research group, no differences were seen. Furthermore, days until full return to work were also similar, with a mean of 28.1 versus 27.5 versus 29.8 days in the normal-, online- and device-group, respectively ($p=0.673$). The platform was, however, highly used by the patients in the intervention groups. More than 93% of the subjects used the platform. The number of connections to the platform was significantly higher in the device-group, 33 versus 17 times ($p=0.035$). However, this was most likely because periodical connections to the platform were necessary for usage of the devices. The number of page views was similar in both intervention groups. The three most viewed modules on the platform were 'preparation phase', 'lectures on obesity' and 'frequently asked questions'. Quality of life greatly improved at one year after the operation but did not differ among groups. It was concluded that, while the platform was highly used, the addition of eHealth did not lead to an improved quality of life, or shorter hospitalization and return-to-work length.

The most commonly used parameter for successful bariatric surgery is postoperative weight loss, often expressed as percentage total weight loss (%TWL). %TWL was the primary outcome measure of the BePatient trial. These outcomes, among others, were analyzed and discussed in **chapter 5**. Major postoperative weight loss was noted. After 6 months the mean weight loss was 26.7 %TWL and after 12 months, it was 31.2 %TWL. Two years after the operation, the mean %TWL of the total study population was 30.3%, ranging from -0.5% to 54.0%. No statistical differences were noted between the control- and intervention groups. The mean %TWL in the normal-, online- and device-group was 31.2%, 29.6% and 32.8% after one year ($p=0.146$) and 29.8% versus 28.8% versus 32.4% after two years ($p=0.379$), respectively. Additionally, no differences between intervention groups were noted in the reduction of obesity-related comorbidities (i.e., hypertension, diabetes mellitus, dyslipidemia, gastroesophageal

reflux disease, obstructive sleep apnea syndrome and arthralgia). It was hypothesized that the usage of self-monitoring devices would lead to an improved insight into personal health and progression and, thereby, increase devotion and confidence. In specific cases, the opposite was reported. Some patients commented that some measurements led to a feeling of insecurity by, for instance, measuring a low blood pressure. Some also mentioned that they did not know what to do with the measurements, especially the blood pressure and oxygen saturation. In contrast, the activity bracelet and weight scale were used more frequently. During the study period, a steady decline in the monitoring device usage was observed. Direct postoperatively around 62% of the subjects used the devices at least monthly. At the end of the follow-up period, this dropped to a mere 19%. Quality of life assessment at two years postoperatively revealed no additional effect of eHealth to standard care. In conclusion, the addition of the current eHealth platform and wireless self-monitoring devices did not lead to improved outcomes in terms of weight loss, comorbidity reduction or quality of life.

The lives of patients undergoing bariatric surgery can change profoundly. This also applies to their social environment. The postoperative lifestyle adjustments needed for successful bariatric treatment can also have a significant impact on, for instance, a partner or child. Examples of this are an altered eating pattern or sporting scheme. One can argue that successful treatment relies on interactions between healthcare professionals, patients, and the patients' social system. These three stakeholders can be seen as a system of co-responsibility. Most behavior happens within the context of their support system. Due to the limited time and resources available to healthcare professionals, some of this behavior might remain hidden during consultations. Revealing this behavior and context using data tracking in the home environment could be beneficial by exposing opportunities for tailored interventions. **Chapter 6** covers the methodology, results and discussion of such an explorative study design. The purpose of this investigation was to gain early insights into the opportunities and pitfalls of data tracking in the home environment of bariatric patients. Behavioral and contextual information was gathered using activity bracelets, smart sockets, activity buttons, and pressure- and motion sensors. Patients received access to a chat system in which automatic messages were sent based on the input of the measurement or when prompted by the research team. More than 483 000 data points were collected in the households of six families. These data points were put in context by structured interviews. Qualitative analysis revealed instances where data tracking was useful in uncovering opportunities for personalized interventions. In one household, the data unraveled the dynamics around choosing food. The family disclosed during intake

interviews that they made fried food approximately once a week. The data points showed that the deep fryer was used six out of seven days. When confronted, the family commented that this was to prevent disagreement about food choice and therefore used the deep fryer as a compromise. Another case revealed opportunities to adjust physical exercise. That patient was struggling to lose weight despite sufficient exercise. The activity bracelet showed adequate frequency and duration of the exercise, however, the intensity of the exercise was insufficient. This led to adjustments in her sports scheme. Furthermore, in one case, the patient commented that the measurements added to her self-esteem and benefitted the support she experienced through her partner. These examples showcase the possibilities where data tracking can be utilized to find the, sometimes concealed, information within the social context in which patients live. In conclusion, this explorative research hinted toward the possible opportunities for home data tracking to be used in providing patients with tailored therapies that may have remained hidden. Future research is needed to determine the value in a clinical setting.

A trend in the distribution of age categories of bariatric patients was described and analyzed in **chapter 7**. The mean age of a cohort of patients in a large bariatric institution has increased in the last decade. More than 70% of all patients operated on in 2008 were aged under 45 years. Ten years later, this percentage dropped to around 50%. Possible explanations for this occurrence were explored: increase in life expectancy; increase in prevalence of obesity, specifically in elderly; relative overrepresentation of elderly compared to younger people in the general population; and increase in experiences with surgery and anesthesia in elder patients.

Most studies reporting on the effectiveness of bariatric surgery display postoperative weight loss as the primary outcome. However, other, less objective, outcome measures are starting to receive attention. Examples of this are Patient-Reported Outcome measures, PROMS, and quality of life. This trend is also seen in the bariatric literature. Extensive literature is available comparing the two most performed bariatric procedures: the gastric sleeve and bypass. However, few compare their impact on quality of life. In **chapter 8**, a large cohort of patients is retrospectively analyzed. A total of 1184 patients were included, of which 666 patients underwent gastric sleeve and 518 underwent gastric bypass. Quality of life assessment was performed using a validated questionnaire divided into 9 health-related quality of life domains: physical functioning, social functioning, physical role limitations, emotional role limitations, mental health, vitality, pain, general health perceptions and health change. At one year postoperatively, a major increase in quality of life in all domains was seen after both

gastric sleeve and bypass. The increase in the physical functioning domains was statistically significant stronger in patients who underwent a gastric bypass. On a 100-point scale, a mean increase of 43.3 points in the gastric bypass group was seen compared to 40.5 points in the gastric sleeve group ($p=0.044$). Other domains were similar. It was concluded that this retrospective study revealed comparable effects on the quality of life between gastric sleeve and bypass, except for a slightly better increase in the physical functioning domain.

The gastric bypass has been the most commonly performed procedure for a long time. Currently, the gastric sleeve has surpassed this in terms of annual worldwide procedures¹. Moreover, the spectrum of bariatric procedures is still expanding. A relatively novel technique is the Single-Anastomosis Duodeno-Ileal bypass, or SADI. **Chapter 9** displays the early results of a cohort of patients who underwent a SADI-procedure as secondary step after gastric sleeve surgery. The purpose of the research was to assess the safety and short-term results of this procedure compared to a matched cohort of patients who underwent gastric bypass after a sleeve procedure. A total of thirty-two SADI-patients were matched based on BMI, age and gender. Assessment of weight loss patterns, blood markers, reduction of comorbidity and complications was performed and compared. Besides a higher number of patients experiencing defecation problems in the SADI group, no differences were found in terms of safety and complications. Furthermore, vitamin deficiencies, weight loss and comorbidity reduction were similar. It was concluded that these early results advocate that SADI as secondary procedure after gastric sleeve is a safe and equally effective alternative to gastric bypass.

General discussion

The value of eHealth on weight loss after bariatric surgery

The most important outcome measure for assessing the effectiveness of an intervention on obesity is weight loss. The results of the BePatient trial display postoperative weight loss comparable with literature²⁻⁵. However, adding an eHealth platform and wireless self-monitoring devices had no additional effect⁴⁻⁵. In current literature, the additional value of eHealth in bariatric surgery is debatable⁶⁻⁷. In a recent systematic review, only one out of eight studies found positive effects on weight loss outcomes⁷⁻¹⁵. In this randomized trial comparing an eHealth-group to standard care in 56 patients, an increase in percentage excessive weight loss of 7% after one year and 12% after two years was seen in the group receiving eHealth¹⁴. The other reported studies found no additional value of eHealth to bariatric surgery⁷⁻¹⁵. The number of different study designs, relatively small study populations and lack of randomized research are some major limitations in current literature^{6,7}. The BePatient trial is one of the few randomized trials in this field and the first to assess both the effect of a patient eHealth platform and wireless health monitoring devices, and thereby has significant value in the current literature.

The value of providing patients with self-monitoring devices was also assessed in the BePatient trial. Patients were able to monitor their weight, physical activity, blood pressure and oxygen saturation on their phones in dedicated apps. It was hypothesized that this would increase awareness and commitment, resulting in better weight loss. This theory was rejected based on the results of the trial. This finding is comparable to the results of a previous, randomized trial in which a group of patients using wearable technology that monitored physical activity was investigated. Contrary to expected, in that trial, the weight loss was even lower in the intervention group¹⁷.

Explanations for this unanticipated result need to be explored. The hypothesis was made that eHealth was beneficial by providing extra support to patients, leading to better informed patients and improved commitment, and supporting a healthy lifestyle. In the BePatient trial, the effect of eHealth was assessed in the first two-years postoperatively. Literature shows that most patients reach a peak in weight loss between one- and two-years postoperatively, after which some degree of weight regain is usually observed^{3,18-20}. It is possible that the effect of additional support by eHealth is insignificant in the first postoperative years compared to the effect of the operation and that this might be different after the initial peak in the first postoperative years. To add to this, during the first two-years, the support provided by the treating center is

already more extensive, as compared to usual practice and guidelines²¹. Therefore, it is possible that the additional effect of eHealth was diminished by the abundant standard follow-up program. One can argue that, therefore, the follow-up length of the trial was too short. Furthermore, the trial examined the value of eHealth added to standard care, not as an alternative to standard care. While the eHealth intervention groups showed no additional benefit compared to the control group, this might indicate that it can replace (part) of the follow-up program. Lowering the number of pre- or postoperative outpatient visits can lower costs and diminish workload. Cost-benefit analyses and studies examining the value of eHealth as an alternative to standard care are needed to unravel this.

Besides the scarce body of scientific evidence on the value of eHealth on weight loss after bariatric surgery, more literature is available on its effect compared to nonsurgical therapy. A systematic review concluded that web-based eHealth was more effective compared to control or minimal therapy groups in most cases. However, compared to groups who underwent comparable offline therapy, no additional effect was seen²². A comparable meta-analysis found a higher weight loss at short term (<6 months) with the use of eHealth, however, this effect was not seen on longer term. The number of studies with a follow-up length of two years or more was limited²³. Two systematic reviews including 27 and 47 studies concluded that eHealth led to improved weight loss in around half of the studies²⁴⁻²⁵. Reasons for these inconsistencies between studies are probably due to the wide variety in study designs, methodology and intervention types²²⁻²⁵.

The findings of the BePatient trial contribute to current literature by concluding that the addition of eHealth did not lead to improved weight loss. This does not mean that there is no place for eHealth in the bariatric pathway. It could be beneficial for the longer term or as an alternative to standard care. This is subject to future investigations.

10

The reach of eHealth

To identify the true potential of an intervention, it is important to identify whether the intervention reaches its place of action. In the case of eHealth: do patients adequately use the modality? This is often referred to as the 'reach' of eHealth. Literature about the reach of eHealth as support on nutrition, physical activity and obesity is limited²⁶. The results of the retrospective study discussed in this thesis show a high level of activity on the eHealth platform²⁷. The average patient connected twelve times to the platform. The most viewed content was the content that was most easily accessible

(e.g., information on the front page or videos) and highly demanded information (e.g., Frequently-asked-Questions). Similar results were found in a study in which patients with weight regain after bariatric surgery received access to nutrition and lifestyle interventions on online eHealth modules. Around 70% of the subjects finished the ten-week-spanning intervention. They also reported a high degree of satisfaction and lost weight²⁸. A review of randomized controlled trials assessing the reach of a variety of eHealth modalities concluded and acceptable reach²⁹. The percentage of participants who actually used the eHealth interventions ranged from 67 to 100%²⁸⁻³³. These values reflect the high potential in reaching patients with the use of eHealth modalities.

The usage of the wireless self-monitoring devices was lower than expected⁴⁻⁵. As reported before, around 60% of subjects made use of the devices at the start of the study, declining to 20% at the end of the follow-up period. Some explanations are addressed. Contrary to expected, some patients commented that the devices made them feel less secure about their progress or feel obligated to perform the measurements. This outcome was found before in a study in which patients received perioperative access to a wireless weight scale³⁴. Another explanation is that patients might lose interest, which was also noted in a pilot study assessing the applicability of home monitoring in bariatric patients. In this study approximately half of the patients used the devices. However, high satisfaction rates were seen among those who did use the home monitoring devices³⁵. Many patients quit or stated that they stopped using the devices due to (technical) problems with the devices. This was also concluded by the authors of a review analyses of 145 eHealth interventions³⁶. Proper demonstration and a helpdesk might prevent this³⁶⁻³⁷. Furthermore, a safe connection and data management influence the actual use of eHealth^{36,38}. Therefore, easy accessibility, an intuitive design, guaranteeing secure servers and increasing the sense of safe communications are bare requirements for successful eHealth modules. In addition, there might be a negative impact of low socioeconomic background and older age^{26,39}.

The reach of eHealth modalities fluctuates in current literature but is often high. The results of the retrospective study and the BePatient trial suggest that the reach of an eHealth platform for bariatric surgery is high, although no definite conclusions can be drawn yet. Future studies need to identify which groups can benefit the most from eHealth and what form of eHealth is most effective. Furthermore, the BePatient trial found a low reach of self-monitoring devices, as was already found in other research, indicating that there might be no place in bariatric surgery for this category of eHealth.

Comorbidity reduction

As stated before, overweight and obesity are associated with a large number of comorbidities, including type 2 diabetes, cancer, cardiovascular disease, arthralgia and dyslipidemia⁴⁰⁻⁴². Major improvements, and even resolution, of obesity-related comorbidity are seen after bariatric surgery⁴³⁻⁴⁵. The BePatient trial investigated the effect of an eHealth platform and self-monitoring devices on postoperative comorbidity status of diabetes type 2, obstructive sleep apnea syndrome (OSAS), arthralgia, hypertension, gastroesophageal reflux disease, and dyslipidemia. Consistent with current literature, major improvements were seen postoperatively. For instance, in over 95% of subjects with diabetes, an improvement was noted. However, statistical assessment produced no differences between the study groups. It must be noted that the study was not powered for this outcome and that group size might be too small to produce statistical differences.

eHealth and length of hospitalization and sick leave

It was hypothesized that eHealth can reduce length of stay by preparing patients on what to expect perioperatively and increase confidence in their recovery. The literature on this topic is limited, especially after bariatric surgery. In other disciplines eHealth showed promising results in promoting earlier discharge. A reduction in hospitalization length with eHealth was concluded in a meta-analysis in patients with chronic heart failure, a randomized controlled trial in patients with chronic diseases and a study in patients after hip surgery⁴⁶⁻⁴⁸. The addition of eHealth to standard care in the BePatient trial did not lead to a shortened length of stay. This discrepancy might be explained by the fact that the admission length is already very short, being one day in all study groups. Currently, the standard protocol of the study site was to admit patients for observation for at least one night after the operation. Therefore, a shorter hospitalization length was not possible.

A promising group of eHealth modalities is telemonitoring, where health parameters can be monitored without the presence of a healthcare professional. This could either be active, in which a healthcare professional is actively interpreting data, or automated, in which data are automatically processed to prompt a signal or advice by intelligent systems or by triggering predefined thresholds. Telemonitoring was not investigated to decrease hospitalization length in this thesis, however, other research has proven the potential to do so⁴⁹⁻⁵². An example of telemonitoring is the use of health patches. These can continuously monitor certain vital signs such as breathing frequency, pulse frequency and oxygen saturation. Currently, the PEACH trial is being conducted in

which patients are discharged on the same day of surgery and telemonitored using a health patch⁵¹. The results of this trial, and concurrent similar studies, will provide insights into whether this modality can be used safely and effectively to reduce hospital stay.

The value of eHealth to reduce sick leave in the bariatric population has not been analyzed before. Previous studies performed in populations undergoing laparoscopic gynaecological surgery showed a decline in days to fully return to work after the operation⁵³⁻⁵⁴. The results of the BePatient trial did not confirm these findings. Multiple factors might explain these conflicting results. The impact and consequences of bariatric and gynaecological surgery might not be comparable. Furthermore, the platform did not contain content specifically designed to promote sooner return to work. Optimizing the content to provide advice concerning sick leave might prove to be effective and subsequently lead to reduced employment costs and should be subject to further investigation.

Quality of life

In addition to the overwhelming negative effects of obesity on physical comorbidity, it is also associated with poor quality of life and mental health⁵⁵⁻⁵⁹. Weight loss can diminish this effect and improve quality of life, especially after bariatric surgery⁵⁶. Furthermore, postoperative psychological care can improve this even more⁶⁰. Therefore, it was hypothesized that eHealth can be an attributing factor in promoting postoperative quality of life. The results of the BePatient trial reject this hypothesis. Despite the vast increase in postoperative quality of life, no differences were seen between the control and eHealth intervention groups. Some explanations and limitations need to be addressed. The large improvement of quality of life in all groups can conceal small differences potentially caused by the effect of eHealth. The study population size was not powered to identify this. Another explanation might be the lack of content specifically designed to improve quality of life, as was previously discussed for the case of return to work. Limited research is available on this topic, however, some research has noted that expectations management and psychological help can benefit postoperative mental health⁶⁰⁻⁶¹. The development of specific content based on these findings is advocated and needs to be analyzed.

Data-tracking and telemonitoring

Novel technologies can be used to remotely support and monitor patients. One example of this is the abovementioned health patches. In this thesis, an explorative

study design was conducted in which bariatric patients and their families were supported by data tracking in their households⁶². Therapy compliance and commitment are factors that can influence successful bariatric treatment, however, might be difficult to fully assess in the consulting room. Physicians and other healthcare professionals have limited time and resources during consultations to establish the reasons for unsatisfying weight loss or even weight regain. Besides, patients might unknowingly exhibit behavior that has a negative impact on their weight and therefore fail to mention this during their appointment. The explorative study revealed some examples in which the data trackers led to the discovery of such behavior and subsequently options for tailored therapy. While some limitations to this mode of eHealth can be named, such as privacy, data excesses and upscaling, the results of this pilot study are promising. This type of eHealth can lead to more 'tailored' care, meaning that the care is better suited toward an individual person based on individual findings and data, and thereby improving effectiveness^{24,63-64}. Future research is needed to consolidate this in the (bariatric) care pathway.

Trends in bariatric surgery

A trend in the distribution of age categories toward older bariatric patients was seen in the bariatric population of a large Dutch obesity center⁶⁵. Multiple causes for this phenomenon were postulated and discussed before, including increase in prevalence of obesity, life expectancy and changes in age composition of society. Bariatric surgery in the elderly has been the subject of many studies in the past decade. A large body of evidence suggests that it is safe and effective⁶⁶⁻⁶⁹. Even a cohort of patients above the age of 75 was reported⁷⁰. While this change in age distribution was only investigated in a single center, this might also be applicable elsewhere. However, reports on this topic are lacking.

While the gastric bypass has long stood as the most performed bariatric procedure, nowadays, the gastric sleeve has surpassed it. In recent years, the percentage of performed gastric sleeve operations was 59% compared to 31% for the gastric bypass procedures¹. Many studies have investigated the benefit of one of the procedures over the other. Traditionally, the assessment of effectiveness focuses on postoperative weight loss. However, as discussed earlier, the quality of life of patients living with obesity is often low, making it an interesting outcome measure⁵⁵⁻⁵⁹. Consequently, many studies comparing the value of gastric sleeve and bypass report weight loss as the primary outcome, while quality of life remains underrepresented. The retrospective research described in this thesis investigated the quality of life outcomes after both surgery types and concluded equal outcomes except for a slightly better increase in the

physical functioning domain⁷¹. This was also noted by a larger, yet also retrospective analysis, which also found a significant improvement of the general health perception in patients who underwent gastric bypass⁷². This could be explained by that the choice for operation might be based on differences in preoperative condition. Although, despite statistical significance, the clinical significance remains unclear. Furthermore, in recent systematic reviews and meta-analyses no differences were seen between procedures⁷³⁻⁷⁴. In conclusion, the quality of life equally improves after both gastric sleeve and bypass. Therefore, other factors could be more relevant for an individual patient to choose a specific treatment. This choice must be the result of informed consent between the patient and the treatment team.

The list of bariatric (revision) procedures is still expanding. The proportion of revision surgery of the total number of procedures varies between 6 and 28%⁷⁵⁻⁸⁰. Revision surgery is most common after gastric banding, however, the revision percentage after gastric sleeve is also high, ranging from 25 to 36%⁷⁹⁻⁸². Indications for revision surgery are mainly weight regain. However, recurrence of obesity-related comorbidity or complications of the primary surgery are also reasons for a secondary procedure⁸⁰. Due to the rise in the number of primary procedures and proportion of patients with a longer follow-up, there is also a trend noticeable in the increase in revisions^{75,78,80}. The previously mentioned Single Anastomosis Duodeno-Ileostomy, or SADI, is a relatively novel procedure. It can be performed as a second step after gastric sleeve by creating a duodeno-ileal anastomosis of the proximal duodenum, just after the pylorus, and the ileum. Hereby creating both a restrictive (gastric sleeve) and disabsorptive (by surpassing a part of the small bowel) effect. This procedure was first reported in 2007 as a primary operation⁸³. Later, this operation was proposed as a second step following a gastric sleeve as an alternative to the duodenal switch and bypass⁸⁴.

Long-term results of this procedure are limited due to its recent introduction. An early study with a small group size showed promising results⁸⁴. However, studies comparing this procedure to other second step techniques, such as the gastric bypass, were lacking. The results of the retrospective case-matched study display equal outcomes compared to the gastric bypass as secondary step, suggesting that SADI is a safe and equally effective alternative to the current options⁸⁵. These results are in line with the small, but expanding, body of evidence surrounding the SADI⁸⁶. More recently, a few reports have been published with middle- and long-term results. In one study, the mean percentage excessive weight loss (%EWL) was more than 100% after 3 years, and the %TWL was 34% at 10 years postoperatively^{87,88}. In a retrospective study comparing the SADI with gastric bypass after primary gastric sleeve, significantly more weight loss

was seen in the SADI group⁸⁸. In a prospective cohort study of 42 patients, no differences in weight loss were seen between the SADI and DS groups⁸⁹. In conclusion, the SADI as secondary procedure, is a promising procedure, although the available literature is still insufficient to establish a definite place within bariatric care. Long-term, prospective and randomized studies are indicated.

Future perspectives

The expanding worldwide digitalization will influence the future of the medical field. Healthcare professionals need to utilize this opportunity to optimize and develop new therapies. The novelty of eHealth solutions needs to be investigated with regards to potential value across the broad spectrum of healthcare. As discussed in the previous section, the beneficial effect of eHealth varies in literature. The results of the BePatient trial did not support the additional value of certain eHealth modules in bariatric surgery. However, this does not mean that there is no place for eHealth in the bariatric pathway. The findings of the reports described in this thesis have limitations, have taught some valuable lessons and identified grounds for future research. In this section, future perspectives are discussed.

The results of the BePatient trial did not support the hypothesis that an eHealth platform and self-monitoring devices can improve health related outcomes when used as addition to standard care. Some limitations of the trial have been discussed earlier that might explain this finding. It was discussed that the follow-up length might be too short and that the benefit of eHealth is expected on a longer term. For instance, when the intensity of the postoperative program becomes less intensive. Future studies may be conducted assessing the value of supporting patients with eHealth at three or even more postoperative years to reveal whether this can affect weight stabilization and reduce weight regain in the longer term. Furthermore, the eHealth solutions were used as an addition and not as an alternative to standard care. A recent summarizing report of literature showed equal (and sometimes improved) effects on weight loss and weight maintenance to control groups⁶. Therefore, eHealth could be a valuable alternative in certain cases for pre- and postoperative bariatric care instead of addition. For instance, by replacing or reducing follow-up appointments with the physician, psychologist or dietician. Lowering the number of physical appointments can decrease costs. Additionally, as discussed earlier, eHealth has been suggested to reduce sick leave length after other laparoscopic surgery types. While the results of the BePatient trial did not reproduce this finding, it might be due to the fact that the platform was not designed for this specific goal. Future studies are needed to determine if eHealth can be effective in the long term, replace (parts) of the bariatric care and have a role in shortening sick leave periods.

After the introduction of this eHealth platform in a large obesity center in the Netherlands, it was successfully integrated into standard workflow of the center. Both healthcare professionals and patients commented on the beneficial value of the eHealth platform. It proves to be difficult, however, to capture this feeling of

satisfactory and improved commitment. The results of the BePatient trial failed to detect the assumed improved satisfactory. However, patient journey, commitment and satisfaction are, besides clinical outcomes, important indicators for the quality of healthcare⁹⁰. Having the ability to schedule a meeting or order a new prescription are examples of opportunities where eHealth can improve these indicators. A review of literature showed that providing patients with an online appointment planner can lead to reduced no-shows, reduced staff labor, reduce waiting time and improve patient satisfactory⁹¹. As discussed earlier, easy accessibility and an intuitive design are important. Patients should be involved in the process of construction of future eHealth modalities. Development of new eHealth solutions should be guided by the needs and expectations of patients and users. Subsequently, these should then be assessed based on clinical outcomes, but also on patient satisfaction and journey. A part of this will be the assessment of quality of life. While the BePatient trial did not find differences between groups it was not assessed with a general health-related quality of life questionnaire and not with a bariatric specific questionnaire. Patient journey, satisfaction and commitment assessments must be performed to determine whether eHealth is a welcomed method as support, either as an alternative or complementary to standard care. The development of new eHealth modalities should be guided by the needs and expectations of patients. Furthermore, the development of a specific bariatric quality of life questionnaire is advocated and needed.

Telemonitoring, a subcategory within eHealth, has the potential to radically change healthcare in the short term. For instance, telemonitoring with health patches that monitor vital signs might further lower postoperative hospitalization length, to even same-day discharge. Telemonitoring in other aspects of healthcare has already been shown to have a role in reducing hospitalization length. Currently, randomized controlled research is being conducted to assess the value of health patches in bariatric surgery, and the results are expected in the following years. Furthermore, telemonitoring in the households of patients can be used to reveal problems and treatment options that are hard to distillate during standard, physical consultations due to limited resources and time. This provides opportunities for automated eHealth modules that, without continuous supervision of healthcare professionals, can support patients during their treatment.

The spread of eHealth within healthcare must be seen in a bigger picture. eHealth is used for a broad array of modalities that include applications of digital and electronic communication and information services within healthcare. This ranges from informative websites on a specific disease to electrocardiographic watches

manufactured by commercial companies. Nowadays, hospitals and health centers are taking advantage of the high reach of eHealth by investing in eHealth solutions. For instance, by designing a hospital portal, where patients can have insights into their health record and diagnostic reports. It is likely that this will further evolve, guided by the preferences and demands of patients and other stakeholders, to be more integrated into daily practice. For instance, eHealth modules where patients fill in their complaints before an intake consult with their physician to save valuable time, and thereby costs. But one can also think of the ability to integrate self-monitoring devices (e.g., smartwatches, activity bracelets, weight scales, and Continuous Positive Airway Pressure machines, blood sugar charts) into the electronic health records to be used during outpatient consultations. Patients might also be able to ask questions to their physician or have the possibility to make, adjust or cancel appointments. These examples will lead to further individualized and tailored care for patients. However, a guaranteed safe data management, easy accessibility and an intuitive design are requirements success.

Computing power and data storage has seen exponential growth over the last decades as predicted by Moore's law in 1965^{92,93}. Intelligent systems are able to process immense chunks of data. Artificial intelligence and machine learning are upcoming and promising to support clinicians and other healthcare professionals, sometimes already outperforming clinicians⁹⁴. These major improvements in computing power and data processing can make it possible to develop intelligent systems that can aid in diagnosing and providing tailored treatment options by combining data from multiple sources, such as wearable devices, health records, patient history, medicine use and diagnostic tests. The role of this in the near future is uncertain but is likely to play a role in health care. However, adoption in daily practice might be challenging. Successful integration is subject to some obstacles, such as regulations, challenging integration in current electronic health record systems, education of health care professionals, and costs. These hurdles might result in a delayed integration in daily practice⁹⁴.

The trend toward older patients and the shift toward the sleeve procedure as the most performed procedures will probably stabilize in the coming years. The place of SADI within the revision surgery after gastric sleeve is promising and equally, or sometimes even more, effective than existing options. Furthermore, the spectrum of bariatric procedures is ever expanding, and the search for superior and optimized operation types continues. Sound, randomized trials are needed to consolidate the place of SADI within bariatric care.

In conclusion, the increasing importance of eHealth within healthcare is indisputable. Although the beneficial value of eHealth in bariatric surgery was not established by the BePatient trial, it displayed the potent reach of eHealth, taught valuable lessons and identified limitations in the current practice of eHealth. This thesis contributes to the current body of evidence surrounding the use of eHealth and identified grounds for future research and ideas for the development of eHealth modules that may be used, utilizable across all domains of healthcare.

References

1. Ramos A, Kow L, Brown W, Welbourn R, Dixon J, Kinsman R, Walton P. Fifth IFSO Global Registry Report 2019. Reading, United Kingdom: Dendrite; 2019.
2. Corcelles R, Boules M, Froylich D, et al. Total Weight Loss as the Outcome Measure of Choice After Roux-en-Y Gastric Bypass. *Obes Surg*. 2016;26(8):1794-8.
3. van Rijswijk AS, van Olst N, Schats W, van der Peet DL, van de Laar AW. What Is Weight Loss After Bariatric Surgery Expressed in Percentage Total Weight Loss (%TWL)? A Systematic Review. *Obes Surg*. 2021;31(8):3833-47.
4. Versteegden DPA, Van Himbeek MJJ, van Hout GCM, Aarts MPW, van Heugten LMAM, Nienhuijs SW. Early Results of a Comparative Study of eHealth in Bariatric Surgery. *World J Surg Surgical Res*. 2021;4: 1341.
5. Versteegden DPA, Van Himbeek MJJ, Luyer MD, Monfort G, de Zoete JPJGM, Smulders JF, Nienhuijs SW. Randomized clinical trial evaluating different levels of eHealth in bariatric surgery. In review.
6. Wright C, Mutsekwa RN, Hamilton K, Campbell KL, Kelly J. Are eHealth interventions for adults who are scheduled for or have undergone bariatric surgery as effective as usual care? A systematic review. *Surg Obes Relat Dis*. 2021;17(12):2065-80.
7. Messiah SE, Sacher PM, Yudkin J, et al. Application and effectiveness of eHealth strategies for metabolic and bariatric surgery patients: A systematic review. *Digit Health*. 2020;6:2055207619898987.
8. Lauti M., Kularatna M., Pillai A., Hill A.G., MacCormick A.D.: A randomised trial of text message support for reducing weight regain following sleeve gastrectomy. *Obes Surg*. 2018;28:2178-86.
9. Padwal RS, Klarenbach S, Sharma AM, et. al.: The evaluating self-management and educational support in severely obese patients awaiting multidisciplinary bariatric care (EVOLUTION) trial: principal results. *BMC Med*. 2017;15:46.
10. Wang CD, Rajaratnam T, Stall B, Hawa R, Sockalingam S. Exploring the effects of telemedicine on bariatric surgery follow-up: a matched case control study. *Obes Surg*. 2019;29:2704-6.
11. Cassin S, Leung S, Hawa R, Wnuk S, Jackson T, Sockalingam SJN. Food addiction is associated with binge eating and psychiatric distress among post-operative bariatric surgery patients and may improve in response to cognitive behavioural therapy. *Nutrients*. 2020;12:2905.
12. Vilallonga R, Lecube A, Fort JM, Boleko MA, Hidalgo M, Armengol M. Internet of things and bariatric surgery follow-up: comparative study of standard and IoT follow-up. *Minim Invasive Ther Allied Technol*. 2013;22:304-11.
13. Wild B, Hünneimyer K, Sauer H, et. al. A 1-year videoconferencing-based psychoeducational group intervention following bariatric surgery: results of a randomized controlled study. *Surg Obes Relat Dis*. 2015;11:1349-60.
14. Mangieri CW, Johnson RJ, Sweeney LB, Choi YU, Wood JC. Mobile health applications enhance weight loss efficacy following bariatric surgery. *Obes Res Clin Pract*. 2019;13:176-9.
15. Monfared S, Martin A, Gupta K, et al. Web-based educational seminars compare favorably with in-house seminars for bariatric surgery patients. *Obes Surg*. 2019;29(3):878-81
16. Wright C, Mutsekwa RN, Hamilton K, Campbell KL, Kelly J. Are eHealth interventions for adults who are scheduled for or have undergone bariatric surgery as effective as usual care? A systematic review. *Surg Obes Relat Dis*. 2021;17(12):2065-80.
17. Jakicic JM, Davis KK, Rogers RJ, et al. Effect of Wearable Technology Combined With a Lifestyle Intervention on Long-term Weight Loss: The IDEA Randomized Clinical Trial [published correction appears in *JAMA*. 2016;316(14):1498]. *JAMA*. 2016;316(11):1161-71.
18. Maciejewski ML, Arterburn DE, Van Scoyoc L, et al. Bariatric Surgery and Long-term Durability of Weight Loss. *JAMA Surg*. 2016;151(11):1046-55.
19. Sjöström L, Lindroos AK, Peltonen M, et al; Swedish Obese Subjects Study Scientific Group. Lifestyle, diabetes, and cardiovascular risk factors 10 years after bariatric surgery. *N Engl J Med*. 2004;351(26): 2683-93.
20. van de Laar AW, Nienhuijs SW, Apers JA, van Rijswijk AS, de Zoete JP, Gadiot RP. The Dutch bariatric weight loss chart: A multicenter tool to assess weight outcome up to 7 years after sleeve gastrectomy and laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis*. 2019;15(2):200-10.

21. O'Kane M, Parretti HM, Hughes CA, et al. Guidelines for the follow-up of patients undergoing bariatric surgery. *Clin Obes.* 2016;6:210–24.
22. Sorgente A, Pietrabissa G, Manzoni GM, et al. Web-Based Interventions for Weight Loss or Weight Loss Maintenance in Overweight and Obese People: A Systematic Review of Systematic Reviews. *J Med Internet Res.* 2017;19(6):e229.
23. Beilegoli AM, Andrade AQ, Cançado AG, Paulo MN, Diniz MFH, Ribeiro AL. Web-Based Digital Health Interventions for Weight Loss and Lifestyle Habit Changes in Overweight and Obese Adults: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res.* 2019;21(1):e298.
24. Raaijmakers LC, Pouwels S, Berghuis KA, Nienhuijs SW. Technology-based interventions in the treatment of overweight and obesity: A systematic review. *Appetite.* 2015 Dec;95:138–51.
25. Rumbo-Rodríguez L, Sánchez-SanSegundo M, Ruiz-Robledillo N, Albaladejo-Blázquez N, Ferrer-Cascales R, Zaragoza-Martí A. Use of Technology-Based Interventions in the Treatment of Patients with Overweight and Obesity: A Systematic Review. *Nutrients.* 2020;12(12):3634
26. Hutchesson MJ, Gough C, Müller AM, et al. eHealth interventions targeting nutrition, physical activity, sedentary behavior, or obesity in adults: A scoping review of systematic reviews. *Obes Rev.* 2021;22(10):e13295.
27. Versteegden DPA, Scheerhoorn J, Van Himbeek MJ, Smulders JF, de Hingh IH, Nienhuijs SW. The Value of an e-Health Platform in Bariatric Surgery: A Retrospective Study on the Impact on Weight Loss. *Telemed J E Health.* 2021;27(11):1241–8.
28. Bradley, L.E., Forman, E.M., Kerrigan, S.G. et al. Project HELP: a Remotely Delivered Behavioral Intervention for Weight Regain after Bariatric Surgery. *Obes Surg.* 2017;27:586–98.
29. Coldebella B, Armfield NR, Bambling M, Hansen J, Edirippulige S. The use of telemedicine for delivering healthcare to bariatric surgery patients: A literature review. *J Telemed Telecare.* 2018;24(10):651–60.
30. Baillet, A, Boissy, P, Tousignant, M. Feasibility and effect of in-home physical exercise training delivered via telehealth before bariatric surgery. *J Telemed Telecare.* 2017;23:529–35.
31. Morrow, E, Bruce, DM, Bruce, E. Post surgical review of bariatric surgery patients: a feasibility study of multidisciplinary follow up using videoconferencing. *Clin Pract Epidemiol Ment Health.* 2011;7:84–8.
32. Mundi, MS, Lorentz, PA, Grothe, K. Feasibility of smartphone-based education modules and ecological momentary assessment/intervention in pre-bariatric surgery patients. *Obes Surg.* 2015;25:1875–81.
33. Sudan, R, Salter, M, Lynch, T. Bariatric surgery using a network and teleconferencing to serve remote patients in the Veterans Administration Health Care System: Feasibility and results. *Am J Surg.* 2011; 202:71–6.
34. Tenhagen M, van Ramshorst GH, Demirkiran A, Hunfeld MA, Cense HA. Perioperative Online Weight Monitoring in Bariatric Surgery with a Digital Internet-Connected Scale. *Obes Surg.* 2016;26(5):1120–6.
35. Nijland LMG, van Veen RN, Ruys AT, van Veldhuisen CL, Geerdink TH, de Castro SMM. Feasibility of Postoperative Home Monitoring Using Video Consultation and Vital Sign Monitoring of Bariatric Patients. *Obes Surg.* 2020;30(6):2369–74.
36. Strudwick G, Sockalingam S, Kassam I, et. al. Digital interventions to support population mental health in Canada during the COVID-19 pandemic: rapid review. *JMIR Ment Health.* 2021;8(3):e26550.
37. Barney A, Buckelew S, Mesheriakova V, Raymond-Flesch M. The COVID-19 pandemic and rapid implementation of adolescent and young adult telemedicine: challenges and opportunities for innovation. *Journal of Adolescent Health.* 2020;67(2):164–71.
38. Wagner B, Schulz W, Knaevelsrud C. Efficacy of an Internet-based intervention for posttraumatic stress disorder in Iraq: a pilot study. *Psychiatry Res.* 2012;195(1-2):85–8.
39. Choi NG, DiNitto DM. The digital divide among low-income homebound older adults: internet use patterns, eHealth literacy, and attitudes toward computer/internet use. *J Med Internet Res.* 2013;15(5):e93
40. Guh DP, Zhang W, Bansback N, Amarsi Z, Birmingham CL, Anis AH. The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health.* 2009;9: 88.
41. Romero-Corral A, Caples SM, Lopez-Jimenez F, Somers VK. Interactions between obesity and obstructive sleep apnea: implications for treatment. *Chest.* 2010;137(3):711–9.
42. Howard BV, Ruotolo G, Robbins DC. Obesity and dyslipidemia. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2003;32(4):855–67.

43. Zhang N, Maffei A, Cerabona T, Pahuja A, Omana J, Kaul A. Reduction in obesity-related comorbidities: is gastric bypass better than sleeve gastrectomy?. *Surg Endosc.* 2013;27(4):1273-80.
44. Han Y, Jia Y, Wang H, Cao L, Zhao Y. Comparative analysis of weight loss and resolution of comorbidities between laparoscopic sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass: A systematic review and meta-analysis based on 18 studies. *Int J Surg.* 2020;76:101-10.
45. Colquitt J.L., Pickett K., Loveman E., Frampton G.K.: Surgery for weight loss in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2014:CD003641.
46. Lin MH, Yuan WL, Huang TC, Zhang HF, Mai JT, Wang JF. Clinical effectiveness of telemedicine for chronic heart failure: a systematic review and meta-analysis. *J Investig Med.* 2017;65(5):899-911.
47. Bohingamu Mudiyansele S, Stevens J, Watts JJ, et al. Personalised telehealth intervention for chronic disease management: A pilot randomised controlled trial. *J Telemed Telecare.* 2019;25(6):343-52.
48. Vesterby MS, Pedersen PU, Laursen M, et al. Telemedicine support shortens length of stay after fast-track hip replacement. *Acta Orthop.* 2017;88(1):41-7.
49. Armaignac DL, Saxena A, Rubens M, et al. Impact of Telemedicine on Mortality, Length of Stay, and Cost Among Patients in Progressive Care Units: Experience From a Large Healthcare System. *Crit Care Med.* 2018;46(5):728-35.
50. Leenen J, Leerentveld C, van Dijk J, van Westreenen H, Schoonhoven L, Patijn G. Current Evidence for Continuous Vital Signs Monitoring by Wearable Wireless Devices in Hospitalized Adults: Systematic Review *J Med Internet Res.* 2020;22(6):e18636
51. Scheerhoorn J, van Ede L, Luyer MDP, Buise MP, Bouwman RA, Nienhuijs SW. Postbariatric EArly discharge Controlled by Healthdot (PEACH) trial: study protocol for a preference-based randomized trial. *Trials.* 2022;23(1):67.
52. Bashi N, Karunanithi M, Fatehi F, Ding H, Walters D. Remote Monitoring of Patients With Heart Failure: An Overview of Systematic Reviews. *J Med Internet Res.* 2017;19(1):e18.
53. Vonk Noordegraaf A, Anema JR, Mechelen W, et al. A personalised eHealth programme reduces the duration until return to work after gynaecological surgery: results of a multicentre randomised trial. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology.* 2014;121(9):1127-35;
54. Bouwsma E, Huirne JA, van de Ven P, et al. Effectiveness of an internet-based perioperative care programme to enhance postoperative recovery in gynaecological patients: cluster controlled trial with randomised stepped-wedge implementation. *BMJ Open.* 2018;;8(1):e017781.
55. Kolotkin RL, Meter K, Williams GR. Quality of life and obesity. *Obes Rev.* 2001;2(4):219-29.
56. Kolotkin RL, Andersen JR. A systematic review of reviews: exploring the relationship between obesity, weight loss and health-related quality of life. *Clin Obes.* 2017;7(5):273-89.
57. Miras AD, Al-Najim W, Jackson SN, et al. Psychological characteristics, eating behavior, and quality of life assessment of obese patients undergoing weight loss interventions. *Scand J Surg.* 2015;104(1):10-7.
58. Dawes AJ, Maggard-Gibbons M, Maher AR, et al. Mental Health Conditions Among Patients Seeking and Undergoing Bariatric Surgery: A Meta-analysis. *JAMA.* 2016;315(2):150-63.
59. Hecker J, Freijer K, Hiligsmann M, Evers SMAA. Burden of disease study of overweight and obesity; the societal impact in terms of cost-of-illness and health-related quality of life. *BMC Public Health.* 2022;22(1):46.
60. Ristanto A, Caltabiano ML. Psychological Support and Well-being in Post-Bariatric Surgery Patients. *Obes Surg.* 2019;29(2):739-43.
61. Kubik JF, Gill RS, Laffin M, et al. The impact of bariatric surgery on psychological health. *J Obes.* 2013;2013:1-5.
62. Versteegden D, van Himbeek M, Burghoorn AW, et al. The Value of Tracking Data on the Behavior of Patients Who Have Undergone Bariatric Surgery: Explorative Study. *JMIR Form Res.* 2022;6(5):e27389. Published 2022 May 6.
63. Kreuter MW, Oswald DL, Bull FC, Clark EM. Are tailored health education materials always more effective than non-tailored materials? *Health Educ Res.* 2000;15(3):305-15.
64. Tate DF, Jackvony EH, Wing RR. A randomized trial comparing human e-mail counseling, computer-automated tailored counseling, and no counseling in an Internet weight loss program. *Arch Intern Med.* 2006;166(15):1620-5.
65. Versteegden DPA, Buise MP, Nienhuijs SW. Shift Towards Older Bariatric Patients. *Obes Surg.* 2018;28(2):555-6.

66. van Rutte PW, Smulders JF, de Zoete JP, Nienhuijs SW. Sleeve gastrectomy in older obese patients. *Surg Endosc.* 2013;27(6):2014-9.
67. Nevo N, Eldar SM, Lessing Y, Sabo E, Nachmany I, Hazzan D. Sleeve Gastrectomy in the Elderly. *Obes Facts.* 2019;12(5):502-8.
68. Martín AS, Sepúlveda M, Guzman F, Guzmán H, Patiño F, Preiss Y. Surgical Morbidity in the Elderly Bariatric Patient: Does Age Matter? [published correction appears in *Obes Surg.* 2019 Jun 7;:]. *Obes Surg.* 2019;29(8):2548-52.
69. Giordano S, Victorzon M. Bariatric surgery in elderly patients: a systematic review. *Clin Interv Aging.* 2015;10:1627-35.
70. Nor Hanipah Z, PUNCHAI S, Karas LA, et al. The Outcome of Bariatric Surgery in Patients Aged 75 years and Older. *Obes Surg.* 2018;28(6):1498-503.
71. Versteegden DPA, Van Himbeek MJJ, Nienhuijs SW. Improvement in quality of life after bariatric surgery: sleeve versus bypass. *Surg Obes Relat Dis.* 2018;14(2):170-4.
72. Poelmeijer YQM, van der Knaap ETW, Marang-van de Mheen PJ, et al. Measuring quality of life in bariatric surgery: a multicentre study. *Surg Endosc.* 2020;34(12):5522-32.
73. Hu Z, Sun J, Li R, et al. A Comprehensive Comparison of LRYGB and LSG in Obese Patients Including the Effects on QoL, Comorbidities, Weight Loss, and Complications: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Obes Surg.* 2020;30(3):819-27.
74. Matczak P, Mizera M, Lee Y, et al. Quality of Life After Bariatric Surgery-a Systematic Review with Bayesian Network Meta-analysis. *Obes Surg.* 2021;31(12):5213-23.
75. Poelmeijer YQM, Liem RSL, Nienhuijs SW. A Dutch Nationwide Bariatric Quality Registry: DATO. *Obes Surg.* 2018;28(6):1602-10.
76. Sudan R, Nguyen NT, Hutter MM, Brethauer SA, Ponce J, Morton JM. Morbidity, mortality, and weight loss outcomes after reoperative bariatric surgery in the USA. *J Gastrointest Surg.* 2015;19(1):171-9.
77. Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, et al. IFSO Worldwide Survey 2016: Primary, Endoluminal, and Revisional Procedures. *Obes Surg.* 2018;28(12):3783-94.
78. English WJ, DeMaria EJ, Hutter MM, et al. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery 2018 estimate of metabolic and bariatric procedures performed in the United States. *Surg Obes Relat Dis.* 2020;16(4):457-63.
79. Hjorth S, Näslund I, Andersson-Assarsson JC, et al. Reoperations After Bariatric Surgery in 26 Years of Follow-up of the Swedish Obese Subjects Study [published correction appears in *JAMA Surg.* 2019 Apr 1;154(4):368]. *JAMA Surg.* 2019;154(4):319-26.
80. Mirkin K, Alli VV, Rogers AM. Revisional Bariatric Surgery. *Surg Clin North Am.* 2021;101(2):213-22.
81. elsenreich DM, Langer FB, Kefurt R, et al. Weight loss, weight regain, and conversions to Roux-en-Y gastric bypass: 10-year results of laparoscopic sleeve gastrectomy. *Surg Obes Relat Dis.* 2016;12(9):1655-62.
82. Arman GA, Himpens J, Dhaenens J, et al. Long-term (11+years) outcomes in weight, patient satisfaction, comorbidities, and gastroesophageal reflux treatment after laparoscopic sleeve gastrectomy. *Surg Obes Relat Dis.* 2016;12(10):1778-86.
83. Sánchez-Pernaute A, Rubio Herrera MA, Pérez-Aguirre E, et al. Proximal duodenal-ileal end-to-side bypass with sleeve gastrectomy: proposed technique. *Obes Surg.* 2007;17(12):1614-8.
84. Sánchez-Pernaute A, Rubio MÁ, Conde M, Arrue E, Pérez-Aguirre E, Torres A. Single-anastomosis duodenoileal bypass as a second step after sleeve gastrectomy. *Surg Obes Relat Dis.* 2015;11(2):351-5.
85. Ceha CMM, van Wezenbeek MR, Versteegden DPA, Smulders JF, Nienhuijs SW. Matched Short-Term Results of SADI Versus GBP After Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg.* 2018;28(12):3809-14.
86. Spinos D, Skarentzos K, Esagian SM, Seymour KA, Economopoulos KP. The Effectiveness of Single-Anastomosis Duodenoileal Bypass with Sleeve Gastrectomy/One Anastomosis Duodenal Switch (SADI-S/OADS): an Updated Systematic Review. *Obes Surg.* 2021;31(4):1790-800.
87. Sanchez-Pernaute A, Herrera MA, Perez-Aguirre ME, Talavera P, Cabrerizo L, Matia P, et al. Single anastomosis duodeno-ileal bypass with sleeve gastrectomy (SADI-S). One to three-year follow-up. *Obes Surg.* 2010;20(12):1720-6.
88. Dijkhorst PJ, Al Nawas M, Heusschen L, et al. Single Anastomosis Duodenoileal Bypass or Roux-en-Y Gastric Bypass After Failed Sleeve Gastrectomy: Medium-Term Outcomes. *Obes Surg.* 2021;31(11):4708-16.

89. Andalib A, Bouchard P, Alamri H, Bougie A, Demyttenaere S, Court O. Single anastomosis duodeno-ileal bypass with sleeve gastrectomy (SADI-S): short-term outcomes from a prospective cohort study. *Surg Obes Relat Dis.* 2021;17(2):414-24.
90. Prakash B. Patient satisfaction. *J Cutan Aesthet Surg.* 2010;3(3):151-5.
91. Zhao P, Yoo I, Lavoie J, Lavoie BJ, Simoes E. Web-Based Medical Appointment Systems: A Systematic Review. *J Med Internet Res.* 2017;19(4):e134.
92. Moore GE. Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics.* 1965;38:114–7.
93. Shalf J. The future of computing beyond Moore's Law. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci.* 2020;378(2166):20190061.
94. Davenport T, Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J.* 2019;6(2):94-8.

Chapter 12

Summary in Dutch / Nederlandse samenvatting

```
0 011 1
000 1 110000000
0111100011110 1 001 001
11 000111 1 11 100 000 1 10111110011
0110 01 000 23 11 001000 1
01010010 0 0010010 11 110101000 0 10000
1011011001 01 010101000100010 000
1000011010 0000100111110 0001001 00
100011010 0101100011 100010101 11 100
01010110111000100001010101000010 0 0
11 0100111110 010 0001010000101 11010100110
1000111110011 1011000 0001010001101 010001 1000
11 0001100011 011010100000 001100110
1011100 010010 10 0100010010 0001010100000 10
00000101100001110001001000 000110010000 00
11 00011010 00011100 0011001100110 11 00
000101010 11101110001 0110010101 0
0 1101001 0011001111000000000001 011
0 10001 00000001011110 101100101101 11
1 0 0 00110000010100011 01011010000 0010
01101 01010 000 001000 010101111 1 101
0001100011110 0 0010010000 00101011 101000000111
0 1101 0101000 101010111 001010
1 1 100001001 111100010 10000 001000010
0101011 000100000111 01001111111
001 111000000 001100111 1100001110
0010010000 010010011 000000100100010 00000010
0101110 1100010111 01001000 00101000 000
001100111011 0101001 00000111010 10001000 000
0001000111011 0111 10001 0100 011000010 110 000 01
0011000111 010101000001001 00011010 100000100111110000
10 10110001 110001 01000110000100011 00011010 010 000
0 1001010011011 000110 0001001001 001100 00
11 00110010 100010000001011 0110000000110111 00 0 00
101 001100010 1 0111010 11100 00011 11110100 01000
1 0000000110 0110 000 101100 11 10 1 1
100101 001110 011 0 01 11001 11 10 1 1
1 10010111 001000 01000010 01 11001 11 10 1 1
110101 0110 011 0 0010010110110
10101000 01 001001011011
0 0110000 000 0 10000 10 01110000 011001101
00010 0010 0 00 00 000010110 01101 0 01
10 11 00000101 111 01 0110000101 1 0111 00 01
000001100011000001 00100 101 1101110010 0101100 1
0 001010000100 1110 000 01111000000100100010001
011101 10 0 0 10100110 11100001011100010 1
0100001110 0100100000 0 11001000100
1110011001001111011011 0011 10 000
10101010 001011 00001 01011 0010
100 0100 1 011 00010111 0110 01000 1000
0000011000 1 00100110011000 01001101 01 0 10000101
10011010 1000000001 01 00 0
1 0001110101001011 10 0
1 01001 10 0 11
10 0111 1000 001 11
1110001001011 11000 1000100101
11 1000100101
```


Introductie

Het belang van een gezonde lifestyle wordt steeds meer duidelijk. Het effect van stoppen met roken, voldoende lichaamsbeweging en het verminderen van stress zijn alom bekend. Desondanks is er wereldwijd een alarmerende stijging gaande in het aantal mensen met overgewicht¹⁻³. Preventie en behandeling van obesitas kan erg lastig zijn en is afhankelijk van tal van factoren. Over de laatste jaren zijn ontelbare therapieën bedacht en gebruikt zoals diëten, verandering in bewegingspatroon en operatieve ingrepen.

Bariatrische chirurgie omvat operaties met het doel gewichtsverlies of -stabilisatie te bewerkstelligen door anatomische veranderingen aan te brengen die leiden tot verminderde voedselabsorptie of -inname. Momenteel heeft de bariatrische chirurgie zich ontwikkeld als meest effectieve behandeloptie⁴. Echter, een significant deel van de bariatrische patiënten bereikt niet het gewenste resultaat of ervaren gewichtstoename na verloop van tijd met alle sociale, medische en financiële gevolgen van dien⁵. De zoektocht naar de meest geoptimaliseerde bariatrische zorg zet zich door. Over de laatste decennia zijn de operatieve technieken steeds verder verbeterd echter verschuift de focus richting het optimaliseren van de ondersteuning aan patiënten rondom, en ver na, de operatie. De waarde van een intensief en geïndividualiseerd follow-up programma wordt gereflecteerd door de integratie in nationale en internationale richtlijnen⁶⁻¹⁰. eHealth, het gebruik van digitale informatie- en communicatiemiddelen ter bevordering van gezondheid of leefstijl, kan een belangrijke rol gaan spelen in het ondersteunen van bariatrische patiënten. De waarde van eHealth heeft zich reeds bewezen als ondersteuning bij andere chronische aandoeningen zoals suikerziekte, COPD, chronische darmontstekingen en kankerpatiënten¹¹⁻¹⁵.

Een alarmerend snelle stijging in het aantal mensen met overgewicht is gaande. Om deze trend te stoppen, moeten bestaande therapieën worden geoptimaliseerd, waarbij de focus ligt op het ondersteunen van patiënten tijdens hun bariatrische behandeling. Obesitas, als chronische ziekte, is geschikt voor de voordelen die eHealth kan bieden. Het ontbreekt echter aan wetenschappelijk bewijs. Het doel van dit proefschrift is te onderzoeken wat de rol van eHealth is in de huidige bariatrische behandeling van obesitas en het beschrijven van trends binnen dit vakgebied.

De 'Wereldwijde Obesitas Pandemie'

Overgewicht en obesitas groeiden de laatste decennia tot een van de grote gezondheidsdreigingen van de eeuw. Dit wordt ook wel de '*Wereldwijde Obesitas*

Pandemie' genoemd¹⁶. Tussen 1975 en 2016 verdriedubbelde het aantal mensen met obesitas in de wereld¹. In Nederlands heeft op dit moment circa 15% obesitas². De World Health Organization (WHO) heeft overgewicht gedefinieerd als een Body Mass Index (BMI) boven de 25 kg/m² en obesitas als een BMI boven de 30 kg/m². Een verhoogde BMI brengt ernstige gezondheidsrisico's met zich mee. Denk hierbij aan hart- en vaatziekten, suikerziekte en kanker¹⁷⁻²⁰. Hoe hoger het overgewicht, des te groter het risico op aandoeningen en daarmee een lagere levensverwachting. De levensverwachting van personen met een BMI tussen de 40 en 45 is vergelijkbaar met rokers¹⁸. De laatste eeuw is onze levensverwachting enorm gestegen. De verwachting is echter dat deze stijging afzwakt, of zelfs stopt, als de stijging in prevalentie van obesitas zich voortzet¹⁹. Met andere woorden: de consequenties van overgewicht zijn desastreus en hebben zowel een medische, mentale en financiële impact²⁰. De 'Wereldwijde Obesitas Pandemie' moet een halt worden toegeroepen!

Het ontstaan van overgewicht en obesitas

In de zoektocht naar de beste behandeling is het begrijpen van het ontstaan van overgewicht belangrijk. De fundamentele oorzaak van overgewicht is een persisterende disbalans tussen de energieconsumptie en -verbruik^{1,20,22}. Het mechanisme wat schuilt achter het opslaan en verbruiken van energie door het lichaam is complex, gereguleerd door hormonen en niet volledig ontrafeld²³. Energie intake en verbruik zijn beide onderhevig aan omgevings- en genetische factoren. The enorme toename in obesitas wordt voornamelijk verklaard door een verschil in omgevingsfactoren²³. De laatste decennia is er een wereldwijde stijging in energie intake. Voedsel is gemakkelijker beschikbaar. Daarnaast is de bereikbaarheid van hoog-energie voedsel met een hoog suikergehalte toegenomen en wordt de gemiddelde portie groter^{20,24}. Aan de andere kant lijkt ook de output van energie af te nemen. Denk hierbij aan toename van zittende beroepen en manieren van transport²⁰. De voorgenoemde aspecten hebben bijgedragen aan de disbalans tussen de energieconsumptie en -verbruik, wat uiteindelijk leidt tot een gewichtstoename. Een behandeling van overgewicht moet er op gericht zijn deze disbalans te herstellen. Veel verschillende therapietypen zijn onderzocht en gebruikt. Denk hierbij aan het verminderen van de intake door crash diëten, intermitterend-fasten of maaltijdvervangers. De manier waarop een energietekort wordt gecreëerd is niet belangrijk om af te vallen, zolang er maar een tekort ontstaat. Aangezien een te hoge intake wordt gezien als drijvende factor van de 'Wereldwijde Obesitas Pandemie' moeten therapieën hierop focussen^{20,24-28}. Maar, voorkomen is nog altijd beter dan genezen. Daarom doen (nationale) instanties veel moeite om overgewicht te voorkomen²⁹. Zoals eerder genoemd, is echter al een substantieel deel van de bevolking te zwaar en is preventie slechts deel van de

oplossing. Veel verschillende therapietypen zijn onderzocht en er zijn grote verschillen in effectiviteit. De chirurgische behandeling van obesitas, bariatrische chirurgie, blijkt echter superieur ten opzichte van niet-chirurgische behandelingen⁴.

Bariatrische chirurgie

Bij bariatrische chirurgie worden door middel van operatief ingrijpen anatomische veranderingen aangebracht in het verteringstelsel van mensen, met gewichtsdeling of -stabilisatie als doel. De eerste bariatrische ingreep werd al meer dan duizend jaar geleden beschreven. Koning Sancho I werd door zijn volk afgezet vanwege ernstig overgewicht. Hij zocht hulp bij zijn dokter, Hasdai Ibn Shaprut genaamd. Hij bedacht om de lippen van de koning dicht te hechten waarna slechts een vloeibaar dieet mogelijk was. Koning Sancho I verloor snel gewicht en besteeg opnieuw de troon³⁰. Hoewel dit een succesvolle ingreep betrof, zijn de huidige operaties gelukkig minder barbaars. Bariatrische ingrepen bereiken het doel door een restrictieve en disabsorptieve werking. Restrictief betekent dat de hoeveelheid voedsel welke ingenomen kan worden door de operatie verminderd wordt. Disabsorptief betekent dat de opnamecapaciteit van de darm wordt verlaagd. De gastric sleeve is een voorbeeld van het restrictieve type en wordt momenteel wereldwijd het meest uitgevoerd³¹. Hierbij wordt een groot deel van de maag verwijderd. Dit leidt tot een afname van de opslagcapaciteit en daarmee een sneller verzadigd gevoel³². Een andere, veelgebruikte, operatie is de gastric bypass. Hierbij wordt de maag chirurgisch verbonden met een deel van de dunne darm waarbij er een deel van het absorberende gedeelte wordt overgeslagen³³.

eHealth

De huidige samenleving is steeds meer gericht op digitalisering. Een internetverbinding is tegenwoordig vanzelfsprekend. Hier liggen kansen voor het promoten van gezondheid en een gezonde levensstijl. Dit heeft geleid tot tal van digitale hulpmiddelen. Enkele voorbeelden zijn: stappentellers, global positioning system (GPS) apparaten om sportafstanden bij te houden, caloriecalculators, dieetdagboeken, mentale ondersteuning, enzovoort. Maar je kunt ook denken aan systemen die continue de gezondheid monitoren en met behulp van kunstmatige intelligentie een persoonlijk gezondheidsadvies geven. Een voorbeeld hiervan is een electrocardiografische smartwatch die hartritmestoornissen al in een vroeg stadium kan diagnosticeren³⁴. Dit zijn slechts enkele voorbeelden van eHealth. De eerste wetenschappelijke publicaties over eHealth dateren van de jaren '90 en sindsdien is de definitie onderhevig geweest aan variatie³⁵. eHealth is een brede term die gebruikt wordt voor het beschrijven van elektronische informatie- en communicatie-

voorzieningen ter bevordering van gezondheid, leefstijl en de gezondheidszorg. De termen telehealth en telemedicine worden ook gebruikt. Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat het gebruik van eHealth voordelen kan opleveren bij de behandeling van chronische ziekten als suikerziekte, COPD, darmziekten en kankerpatiënten¹¹⁻¹⁴. Ook voor de behandeling van obesitas zijn er aanwijzingen dat eHealth waardevol is, maar de toegevoegde waarde bij bariatrische chirurgie is nog nauwelijks onderzocht³⁶⁻³⁹.

Samenvatting van de onderzoeksresultaten

Wetenschappelijk onderzoek begint vaak door met terugwerkende kracht naar resultaten van het verleden te kijken. In 2015 werd een eHealth platform geopend in een groot obesitascentrum in Nederland voor patiënten die een bariatrische operatie hebben ondergaan. Na enkele jaren werd het tijd om het gebruik en effectiviteit van dit patiëntenplatform te onderzoeken. In **hoofdstuk 2** staan de resultaten van dit retrospectieve onderzoek beschreven. In totaal werden de accounts en gezondheidsvariabelen van 1098 patiënten geanalyseerd die het platform tussen januari 2015 en april 2018 hebben bezocht. Gemiddeld bezochten patiënten het platform circa 12 keer. Hierbij bekeken ze gemiddeld 51 pagina's. De postoperatieve gewichten werden ook geanalyseerd op basis van de activiteit van patiënten op het platform. Hieruit bleek dat het postoperatief gewicht na één en twee jaar statistisch niet verschilden tussen de verschillende groepen. Er werd ook een analyse verricht op het verschil tussen pre- en postoperatieve content. Patiënten die de postoperatieve content bekeken, zijn meer afgevallen dan patiënten die die content niet bekeken hadden. Uitgedrukt in het percentage totaal gewichtsverlies was dit één jaar na de operatie 30,1% tegen 31,7% ($p=0,006$), en na twee jaar was dit 28,9% tegen 30,4% ($p=0,034$). Concluderend gaf dit retrospectieve onderzoek aanwijzingen dat de toevoeging van eHealth kan bijdragen aan een toename in gewichtsdeling na bariatrische chirurgie.

Wanneer een retrospectief onderzoek aanwijzingen geeft dat een interventie een voordeel oplevert, moet dit worden bevestigd in een gerandomiseerd onderzoek. Hierbij krijgt een deel van de patiënten de standaard zorg en een andere groep de aangepaste zorg. Wie welke zorg krijgt, wordt willekeurig bepaald. De eerste stap is om de onderzoeksmethoden in een protocol vast te leggen. In **hoofdstuk 3** is dit onderzoeksprotocol uitvoerig beschreven. Deze Randomized Clinical Trial (RCT) is genaamd: de *BePatient trial*. In deze trial werden circa 200 patiënten onderzocht die een primaire bariatrische operatie ondergingen. Zij werden verdeelt in drie groepen. Honderd patiënten kregen standaard zorg (normal-groep); vijftig patiënten kregen, in

aanvulling op standaard zorg, toegang tot het eerder genoemde patiëntenplatform (online-groep); vijftig patiënten kregen, in aanvulling op de standaard zorg, toegang tot zowel het patiëntenplatform als draadloze apparaten (device-groep). Op het platform konden patiënten informatie vinden over de operatie en follow-up programma, dieetadviezen, sportadviezen en meer. Deze informatie is beschikbaar in video's en in geschreven vorm. Ook konden patiënten een forum gebruiken om vragen te stellen. Daarnaast kreeg een deel van de patiënten een draadloze weegschaal, bloeddrukmeter, stappenteller en zuurstofspanningsmeter. Deze apparaten werden gebruikt om patiënten meer inzicht te geven in hun voortgang na de operatie en daarmee meer gewichtsverlies te bewerkstelligen. De resultaten van de BePatient trial werden beschreven in hoofdstuk 4 en hoofdstuk 5.

Tussen februari 2017 en februari 2018 werden in totaal werden 205 patiënten geïnccludeerd in de BePatient trial. In **hoofdstuk 4** werd de hypothese gesteld dat men door het gebruik van eHealth beter geïnformeerd is en zich zekerder voelden over hun herstel en daardoor een lagere opnameduur en minder ziekteverlof nodig hadden voor herstel, en een toegenomen kwaliteit van leven ondervonden. Deze hypothese werd verworpen. Er was geen verschil in het aantal opnamedagen tussen de groepen. De mediane opnameduur was één dag in elke onderzoeksgroep. Ook het gemiddelde aantal dagen vanaf de operatie tot patiënten weer aan het werk gingen, was vergelijkbaar tussen de groepen, namelijk 28,1 tegen 27,5 tegen 29,8 ($p=0,673$) dagen in de normal-groep, de online-groep en de device-groep, respectievelijk. Het gebruik van het platform was hoog in de interventiegroepen. Meer dan 93% van alle patiënten in de online- en device-groep hebben het platform gebruikt. Gemiddeld logden patiënten uit de device-groep vaker in dan de online-groep in het eerste jaar na de operatie, namelijk 33 tegen 17 keer ($p=0,035$). Het aantal paginaweergaves was met 82 tegenover 91 keer niet statistische verschillend. De top-3 meest bekeken onderdelen waren: 'voorbereidingsfase op de operatie', 'lessen over obesitas' en 'Veelgestelde vragen'. De kwaliteit van leven die patiënten ondervonden op één jaar na de operatie werd geanalyseerd met een gevalideerde vragenlijst. De kwaliteit van leven in alle geanalyseerde domeinen verbeterde sterk in alle groepen, echter ook hier werd geen verschil tussen de groepen waargenomen. Uit de vroege resultaten van de BePatient trial werd geconcludeerd dat het patiëntenplatform veel gebruikt werd, echter dat de toevoeging van eHealth geen invloed had op de opnameduur, ziekteverlofduur en kwaliteit van leven.

Een belangrijke parameter voor succesvolle bariatrische chirurgie is postoperatieve gewichtsverlies. Vaak uitgedrukt in het percentage gewichtsverlies ten opzichte van het

startgewicht, ook wel percentage total weight loss (%TWL) genoemd. Het %TWL was de primaire uitkomstmaat van de BePatient trial. Deze resultaten werden in **hoofdstuk 5** geanalyseerd en besproken. Na 6 maanden waren patiënten gemiddeld 26,7 %TWL afgevallen en na 12 maanden 31,2 %TWL. Twee jaar na de operatie was het gemiddelde %TWL van de totale studiegroep 30,3%, variërend tussen -0,5% en 54,0%. Er zat geen statistisch verschil tussen de controle- en interventiegroepen. Na 1 jaar was het gemiddelde %TWL 31,2 tegen 29,6 tegen 32,8 in de normal-, online- en device-groep, respectievelijk ($p=0,146$). Na 2 jaar was dit 29,8 tegen 28,8 tegen 32,4 %TWL ($p=0,379$). In dit onderzoek werd ook de invloed van de eHealth modaliteiten op obesitas-gerelateerde ziekten geanalyseerd. In dit onderzoek werden hoge bloeddruk, suikerziekte, verhoogd cholesterol, refluxziekte, slaapapneusyndroom en gewrichtsklachten zowel pre- als postoperatief gecontroleerd. Na de operatie werden sterke verbeteringen gezien van alle onderzochte, obesitas-gerelateerde ziekten. Echter, ook hier werd geen statistisch verschil tussen de groepen waargenomen. De hypothese werd gesteld dat het gebruik van de draadloze apparaten voor meer inzicht zorgt in persoonlijke gezondheid en progressie, en daarmee het zelfvertrouwen en toewijding vergroot. In sommige gevallen werd het tegenovergestelde gezien. Een aantal patiënten gaven aan zich juist onzekerder te voelen door de metingen, bijvoorbeeld door een lage bloeddruk te meten. Patiënten gaven ook aan zich soms geen raad te weten met de metingen, voornamelijk van de bloeddruk- en zuurstofspanningsmeter. De stappenteller en weegschaal werden wel veel gebruikt. Daarnaast daalde het gebruik van apparaten gedurende de studieperiode. Direct na de operatie maakte circa 62% van de patiënten maandelijks gebruik van de apparaten. Op het eind van de follow-up periode was dit, slechts, 19%. Kwaliteit van leven op twee jaar na de operatie en het aantal ziekenhuisafspraken was tevens vergelijkbaar tussen de groepen. Concluderend, de toevoeging van een eHealth platform en draadloze gezondheidsapparaten leidden in dit onderzoek niet tot toegenomen gewichtsverlies, comorbiditeitsreductie en kwaliteit van leven.

In het leven van een patiënt verandert veel na een operatie. Dit is niet alleen merkbaar voor de patiënt zelf, maar ook voor de sociale omgeving. De postoperatieve leefstijlaanpassingen die nodig zijn voor een succesvolle bariatrische behandeling kunnen namelijk ook invloed hebben op het leven van, bijvoorbeeld, een partner. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een veranderd eetpatroon of sportregime. Hierbij kan gesteld worden dat, naast de patiënt en de zorgprofessional, ook het sociale vangnet van een patiënt een bepaalde verantwoordelijkheid heeft. Deze drie pijlers kun je zien als systeem van medeverantwoordelijkheden. Veel interacties binnen dit systeem vinden plaats in de thuissituatie van een patiënt. Vaak blijven deze verborgen voor de

zorgprofessional tijdens een follow-up afspraak, al dan niet bewust. Extra informatie over de thuissituatie zou daarom van waarde kunnen zijn om extra gewichtsdeling te bewerkstelligen of een terugval te voorkomen. In **hoofdstuk 6** staan de methodologie, resultaten en discussie beschreven van een exploratieve studie naar de waarde van data-tracking in de thuissituatie van patiënten. Het doel van dit onderzoek was inzicht te krijgen in de mogelijkheid om vanuit data een gepersonaliseerde interventie te ontwikkelen. Hierbij werd het gedrag van patiënten en hun familie verzameld met onder andere activiteitsarmbanden, smart-stopcontacten, druk- en bewegingssensoren en activiteitsknoppen. Daarnaast werd gebruik gemaakt van een chatsysteem waarbij patiënten berichten konden ontvangen. Deze werden automatisch verzonden op basis van input van de metingen of verstuurd door het onderzoeksteam. Hierbij werden ruim 483.000 datapunten verzameld in huishoudens van zes families. Door middel van gestructureerde interviews werden deze datapunten in context geplaatst. Analyse hiervan bracht een aantal voorbeelden aan het licht waarbij data gebruikt kon worden om een gepersonaliseerde interventie te doen. In één huishouden legden de datapunten de dynamiek rondom voedselkeuze aan het licht. Vooraf gaf de familie aan ongeveer een keer per week gefrituurd voedsel te eten. Uit de gegevens bleek dat de frituurpan zes van de zeven dagen gebruikt te worden. Bij navraag bleek dit voort te komen uit onenigheid over de voedingskeuze binnen de familie. Bij wijze van compromis werd dan voor gefrituurd eten gekozen. In een andere casus kwam verbetering met betrekking tot lichamelijke inspanning aan het licht door data tracking. Eén patiënt had moeite met afvallen, ondanks voldoende lichamelijke beweging. Analyse van de data van de activiteitsarmband toonde dat de frequentie en duur adequaat waren, echter dat de intensiteit van de inspanning te laag was. Hierop werd haar trainingsschema aangepast. Daarnaast droegen de metingen bij aan zelfvertrouwen van patiënten en aan de manier van ondersteuning die een partner bood. Deze voorbeelden geven aan dat er waardevolle, en vaak verborgen, informatie schuilt binnen de sociale context waarin een patiënt leeft. Data-tracking kan mogelijk gebruikt worden om deze informatie bloot te leggen. Concluderend kan worden gesteld dat dit exploratief onderzoek een eerste inkijk heeft gegeven waar kansen liggen binnen het ontwikkelen van gepersonaliseerde interventies op basis van datatracking in de thuissituatie. Onderzoek zal moeten uitwijzen of het zinvol is om deze gegevens binnen de klinische setting te gebruiken.

De trend in leeftijden van de bariatrische populatie binnen een groot Nederlands obesitascentrum werd geanalyseerd. De leeftijd van de gemiddelde bariatrische patiënt in dit centrum is binnen een decennium gestegen. Zo was vóór 2008 meer dan 70% jonger dan 45 jaar. Tien jaar later lag dit percentage rond de 50%. In **hoofdstuk 7** staan

een aantal mogelijke verklaringen hiervoor uiteengezet, namelijk: toename van levensverwachting; toename in prevalentie van obesitas, voornamelijk onder ouderen; relatieve over-representatie van ouderen; en afname van terughoudendheid om bij ouderen voor een bariatrische ingreep te kiezen.

Veel studies die de effectiviteit van bariatrische chirurgie beoordelen, gebruiken gewichtsverlies als primaire uitkomstmaat. Echter, steeds vaker krijgen andere, subjectievere uitkomstmaten ook aandacht. Voorbeelden hiervan zijn de patiënt-gerapporteerde uitkomstenwaarden (Patient Reported Outcome Measures, of PROMS) en kwaliteit van leven. Deze trend breidt zich ook uit binnen de bariatrische literatuur. Er is veel onderzoek gedaan naar het verschil in gewichtsreductie bij de twee meest uitgevoerde bariatrische operaties: de gastric sleeve en gastric bypass. Het verschil op de kwaliteit van leven tussen deze twee operaties is echter onderbelicht. In **hoofdstuk 8** wordt een retrospectief onderzoek omschreven wat dit vraagstuk onderzoekt. In totaal werden 1184 patiënten geïncludeerd waarvan 666 patiënten een gastric sleeve en 518 patiënten een gastric bypass ondergingen. De kwaliteit van leven werd met behulp van een gevalideerde vragenlijst bepaald en verdeelt in 9 domeinen: fysiek functioneren, sociaal functioneren, fysieke rolbeperking, emotionele rolbeperking, mentale gezondheid, vitaliteit, pijn, algemene gezondheidsperceptie en gezondheidsverandering. Op één jaar na de operatie was een sterke toename in alle domeinen van kwaliteit van leven gezien, na zowel gastric sleeve als bypass. De toename in fysiek functioneren was significant sterker bij patiënten die een gastric bypass ondergingen dan een gastric sleeve. Op een 100-punten schaal werd er een verbetering van 43,3 punten gezien bij de gastric bypass tegenover 40,5 punten bij de gastric sleeve ($p=0,044$). Hoewel dit statistische gezien significant was, werd dit beschouwd als niet klinisch relevant. Bij de overige domeinen werden geen verschillen tussen de twee procedures geobserveerd.

Waar eerder de gastric bypass lange tijd als gouden standaard gold, heeft de gastric sleeve zijn waarde inmiddels ook bewezen. Echter, het palet aan bariatrische ingrepen wordt nog steeds uitgebreid. Een relatief nieuwe operatie is de Single-Anastomosis duodeno-ileal bypass, kortweg SADI. In **hoofdstuk 9** staan de vroege resultaten van een cohort SADI-patiënten beschreven. Het doel van het onderzoek was om te analyseren of deze nieuwe ingreep een veilige techniek met vergelijkbare uitkomsten was. In totaal werden 32 patiënten geïncludeerd die een SADI-procedure ondergingen na een eerdere gastric sleeve. Deze werden gekoppeld op basis van leeftijd, geslacht en BMI aan cohort van 32 patiënten die een bypass-procedure ondergingen na een gastric sleeve. Gewichtsverlies, laboratoriumonderzoek en complicaties werden geanalyseerd. Met

betrekking tot complicaties werden meer defecatieproblemen gezien na een SADI dan na gastric bypass, namelijk bij 11 patiënten tegenover 4 ($p=0,037$). De prevalentie van de overige complicaties, vitamine deficiënties, gewichtsreductie en comorbiditeitenreductie waren vergelijkbaar. Concluderend werd gesteld dat de SADI in dit retrospectief onderzoek een veilig procedure met vergelijkbare uitkomsten is ten opzichte van de gastric bypass als revisie na sleeve en dat toekomstig, gerandomiseerd onderzoek geïndiceerd is.

Discussie

In dit proefschrift werd beschreven welke plek eHealth binnen de bariatrische chirurgie heeft. De voorgenoemde onderzoeksresultaten zullen hierbij besproken worden en geplaatst worden in het kader van recentelijke wetenschappelijke literatuur. Daarnaast worden enkele trends binnen de bariatrische praktijk beschreven.

De waarde van eHealth bij gewichtsdeling na bariatrische chirurgie

De belangrijkste uitkomstwaarde ter beoordeling van de effectiviteit van een behandeling tegen obesitas is gewichtsverlies. Uit de resultaten van de BePatient trial komt een forse gewichtsdeling naar voren, vergelijkbaar met resultaten uit de literatuur⁴⁰⁻⁴¹. Het beschikbaar stellen van een patiëntenplatform of draadloze apparaten had hier echter geen aanvullende invloed op. Er werden geen verschillen gezien tussen de interventiegroepen met betrekking tot gewichtsdeling⁴²⁻⁴³. In de literatuur is het effect van eHealth op gewichtsdeling bij bariatrische chirurgie wisselend^{39,44}. Slecht één van de acht beschreven onderzoeken toont een positief effect op gewichtsdeling⁴⁵⁻⁵². In dit gerandomiseerd onderzoek onder 56 patiënten werd een toename van het percentage excessief gewichtsverlies van 7% na een jaar en 12% na twee jaar gezien bij de gebruikers van eHealth⁵¹. In de overige onderzoeken waren geen significant verschil aantoonbaar^{39,45-52}. Enkele kanttekening moeten wel worden gemaakt: het betrof een grote diversiteit aan methodologische opzetten en het waren vaak kleine, niet-gerandomiseerde onderzoeken⁴⁴. Daarnaast ontbreekt het aan gerandomiseerde studies en onderzoeken met een follow-up >6 maanden³⁹. De BePatient trial is een van de weinige gerandomiseerde onderzoeken en de eerste die zowel het effect van een patiëntenplatform als monitoring-apparaten analyseert en daarom van significante waarde binnen dit onderzoeksveld.

Ook het beschikbaar stellen van draadloze apparaten waarmee patiënten meer inzicht in hun gezondheid kregen, leidde niet tot betere gewichtsdeling. De hypothese werd gesteld dat het verhogen van dit inzicht de commitment kon vergroten. Zo konden

patiënten hun gewicht overzichtelijk via een draadloze weegschaal gemakkelijk inzichtelijk krijgen via hun telefoon. Eventuele afbuiging van de gewichtsdaling, of zelfs gewichtsstijging, zou daardoor mogelijk eerder worden opgemerkt. Daarnaast waren apparaten beschikbaar die de bloeddruk, zuurstofspanning en lichamelijke activiteit konden tonen en zo theoretisch tot comorbiditeitsreductie en toename in lichamelijke activiteit leiden. Resultaten van de BePatient trial toonden echter geen verschil in postoperatief gewichtsverlies bij patiënten die de mogelijkheid hadden om de apparaten te gebruiken ten opzichte van de controle groep. Deze bevindingen werden ook gezien bij een voorgaand, gerandomiseerd onderzoek. Hier werd zelfs minder gewichtsverlies gezien in een groep patiënten die een draagbaar apparaat konden gebruiken die de fysieke inspanning monitort ten opzichte van een controle groep⁵³.

Eventuele bijdragende factoren voor het tegenvallende gewichtsverlies moeten worden besproken. De hypothese werd gesteld dat eHealth een positief effect heeft op gewichtsdaling door het bieden van extra ondersteuning wat leidt tot extra commitment, vergroten van kennis en hulp bij ondersteuning van het aanpassen van de lifestyle. In de BePatient trial werd het effect van eHealth in de eerste twee postoperatieve jaren geanalyseerd. Onderzoeken onder grote aantallen patiënten laat zien dat vaak tussen één en twee jaar na de operatie de piek in gewichtsdaling wordt bereikt, waarna enige vorm van gewichtsstijging optreedt^{41,54-56}. Het is mogelijk dat het effect van eHealth op gewichtsdaling insignificant is in vergelijking met de operatie zelf. Daarnaast is het mogelijk dat het aanvullende effect op de ondersteuning door het toevoegen van eHealth tenietgedaan wordt door het reeds uitgebreide follow-up programma. In het tijdsframe van de trial is namelijk de ondersteuning die geboden wordt vanuit behandelcentra reeds erg uitgebreid, zoals richtlijnen adviseren⁵⁷. Men kan daarom beargumenteren dat de follow-up periode van de BePatient trial te kort is en dat toekomstige onderzoeken een langere follow-up moeten hebben. In dit onderzoek is gekeken naar de waarde van het toevoegen van eHealth aan de standaard zorg. De eHealth-interventiegroepen hadden vergelijkbare uitkomsten als de controle groep. Toekomstig onderzoek moet gericht zijn op de vraag of eHealth modaliteiten bepaalde aspecten van het preoperatief of follow-up traject kunnen vervangen. Het verlagen van het aantal (fysieke) afspraak brengt een theoretische verlaging van de ziektekosten met zich mee. Kosten-baten analyses zullen dit moeten onderzoeken. Overigens leidde de toevoeging van eHealth in de BePatient-trial niet tot een afname in het aantal fysieke of telefonische afspraken, waarschijnlijk omdat een groot aantal van deze afspraken reeds volgens een vast schema worden ingepland. Concluderend is het effect van extra ondersteuning, in dezen door middel van eHealth, in dit stadium van

het postoperatieve traject van ondergeschikt belang en wordt het effect groter naar mate de operatie langer geleden is.

Daarnaast is er ook literatuur beschikbaar naar de waarden van eHealth modaliteiten op gewichtsdeling bij niet-chirurgische therapie. Een systematisch review van systematische reviews concludeerde dat internet-gebaseerde eHealth meestal meer effectief was in gewichtsdeling en gewichtsbehoud ten opzichte van controle groepen met minimale interventie. Echter, ten opzichte van groepen die een vergelijkbare offline therapie ondergingen werden geen toegevoegde waarden gezien³⁷. Een vergelijkbare meta-analyse toonde wel een hoger gewichtsverlies op korte (<6 maanden) maar niet op langere termijn. Onderzoeken met een follow-up van meer dan twee jaar waren echter schaars in deze review⁵⁹. Twee systematische reviews van 27 en 47 studies noteerden dat eHealth in ongeveer de helft van de onderzoeken leidde tot meer gewichtsverlies. Echter, zij concludeerden een grote variëteit in methodologie en interventies, wat interpretatie en toepasbaarheid van de resultaten beïnvloed^{36,38}.

De bevindingen van de BePatient trial dragen bij aan de gelimiteerde literatuur dat eHealth niet lijdt tot extra gewichtsverlies. Toch betekent dit niet dat er geen plaats is voor eHealth binnen de bariatric. Onderzoeken tonen aan dat er geen verschil zit in gewichtsdeling. Echter, de bestaande onderzoeken analyseren eHealth in aanvulling op de standaard zorg en niet als alternatief voor standaard zorg. De vraag of eHealth als alternatieve voor het routine pre- en postoperatieve bariatric zorg kan dienen, blijft echter onbeantwoord. Hier liggen vraagstukken voor toekomstig onderzoek.

Het bereik van eHealth

Bij het beoordelen van de effectiviteit en potentie van een interventie is het van belang om te weten of het toegediende middel aankomt op de plek waar het zijn werk kan doen. In het geval van het patiëntenplatform en de apparaten: maken patiënten er gebruik van? Vaak omschreven als het 'bereik' van eHealth. Gegevens over het bereik van eHealth in de ondersteuning van patiënten omtrent voeding, lichamelijke activiteit en obesitas zijn schaars⁶⁰. Uit de resultaten van het retrospectief onderzoek bleek dat patiënten het patiëntenplatform veel gebruikten⁶¹. Gemiddeld bezochten patiënten het platform ongeveer twaalf keer. Hierbij bekeken ze vooral content die gemakkelijk toegankelijk is (bijvoorbeeld informatie op de voorpagina of video's) of waar naar gezocht werd (bijvoorbeeld 'Veelgestelde Vragen-sectie'). Vergelijkbare resultaten werden gevonden bij het aanbieden van een eet-en-leefstijl interventie via online modules bij patiënten met gewichtstoename na een bariatric ingreep. Hierbij voltooiden 70% van de patiënten ook daadwerkelijk de 10 week durende interventie.

Daarbij gaven patiënten een hoge tevredenheid aan en vielen ze af⁶². Een review van randomized controlled trials waarbij de toegevoegde waarde van verschillende eHealth modaliteiten in bariatrische chirurgie bekeken werd, toonde een acceptabel bereik van de eHealth interventies⁶³. Het percentage van het aantal participanten die ook daadwerkelijk de eHealth modules gebruikten varieerde van 67 tot 100%⁶¹⁻⁶⁷. Deze waarden suggereren de hoge potentie van het bereik van eHealth modaliteiten.

Het gebruik van de draadloze apparaten was minder dan verwacht⁴²⁻⁴³. Zoals beschreven, gebruikten circa 60% van alle patiënten bij aanvang van de studie de apparaten maandelijks. Op het eind van de trial was dit nog slechts circa 20%. Hiervoor zijn meerdere verklaringen voor mogelijk. Zo gaven meerdere patiënten aan dat de apparaten hen een gevoel van onrust gaven, bijvoorbeeld door een te lage bloeddruk aan te geven. Een bevinding die eerder ook is beschreven bij patiënten die perioperatief gebruik konden maken van een weegschaal⁶⁸. Een andere verklaring is dat door problemen patiënten snel de interesse in de apparaten verliezen. Deze trend werd ook gezien in een pilot studie die naar de mogelijkheid van thuismonitoring bij bariatrische patiënten keek. Slechts de helft van alle patiënten maakten gebruik van de apparaten. In dit onderzoek werd echter wel een hoge tevredenheid onder patiënten gemeten⁶⁹. Veel patiënten gaven aan dat ze wilden stoppen met het gebruik van de metingen door technische problemen of doordat ze problemen ervaarden met het gebruik van de apparaten. Tot dezelfde conclusie kwamen de auteurs van een review analyse van 145 onderzoeken naar eHealth interventies⁷⁰. Een goede uitleg, eventueel in geschreven vorm, en een helpdesk kunnen helpen dit te voorkomen⁷⁰⁻⁷¹. Ongerustheid ten aanzien van een veilige verbinding en opslag van gegevens is tevens van invloed op het gebruik eHealth^{70,72}. Een intuïtief design, gemakkelijke toegankelijkheid, het garanderen van beveiligde servers en vertrouwen van patiënten zijn daarom belangrijke factoren voor succes. Daarnaast is er mogelijk een negatieve invloed van hogere leeftijd en lage socio-economische achtergrond^{60,73}. In tegenstelling hierop was de gemiddelde leeftijd van de meeste actieve groep in het retrospectieve onderzoek echter hoger⁶¹.

Het bereik van eHealth modaliteiten is wisselend, maar voornamelijk goed, in de huidige literatuur. De resultaten van het retrospectieve onderzoek en de BePatient trial suggereren dat het bereik van eHealth groot is, echter zijn definitieve conclusies hierover nog niet te trekken. Meer onderzoek is nodig om te achterhalen welke groepen voordeel ervaren van eHealth en welke groepen niet. Daarnaast moet onderzocht worden welk type eHealth het meest geschikt is. Het gebruik van monitoring-apparaten is echter matig in zowel de onderzoeken beschreven in dit

proefschrift als in de literatuur. Vermoedelijk doordat de apparaten worden ervaren als ingewikkeld of overbodig.

Comorbiditeitsreductie

Overgewicht en obesitas is geassocieerd aan met groot aantal comorbiditeiten waaronder diabetes type 2, kanker, hart- en vaatziekten, gewrichtsklachten en verhoogd cholesterol^{17,74-75}. Evidente verbetering van obesitas-gerelateerde comorbiditeiten worden gezien na bariatrische chirurgie^{4,76-77}. De BePatient trial onderzocht het effect van een eHealth platform en zelfmonitoring apparaten op de status van diabetes type 2, OSAS, slaapapneu, gewrichtsklachten, hypertensie, maagzuurklachten en dyslipidemie. Conform de huidige literatuur werden er sterke verbeteringen van alle obesitas-gerelateerde comorbiditeiten gezien. Bijvoorbeeld, bij meer dan 95% van alle patiënten met diabetes werd een verbetering gezien⁴³. Statistische analyse toonde echter geen invloed van eHealth op deze comorbiditeitsreductie. Vermoedelijk is dit te verklaren doordat er ook geen significant verschil in de gewichtsreducties was en daardoor geen verschillen in de status van comorbiditeiten zichtbaar waren. Daarnaast was de trial niet gepowerd op deze analyse en waren daardoor groepsgrootte van patiënten met bepaalde comorbiditeiten soms klein, waardoor statistische analyse niet bijdragend was.

eHealth en verkorting van de opnameduur en ziekteverlof

De toevoeging van eHealth zou kunnen leiden tot een kortere opnameduur en een snellere werkhervatting na de operatie. De literatuur over de invloed van eHealth op opnameduur is schaars, specifiek na bariatrische chirurgie. Een positief effect op de opnameduur wordt gezien bij andere discipline binnen de gezondheidszorg. Er wordt een verkorting van de opnameduur gezien in een review en meta-analyse van onderzoeken bij chronische hartfalen, een randomized controlled trial onder patiënten met een chronische aandoeningen en na heupchirurgie⁷⁸⁻⁸⁰. De toevoeging van eHealth aan de standaard zorg leidde in de BePatient trial echter niet tot een verkorte opnameduur⁴². Een mogelijke verklaring voor deze discrepantie zou de reeds bestaande, protocollaire korte opnameduur kunnen zijn. De mediane opnameduur was namelijk één dag in alle onderzoeksgroepen, waaronder de controle groep. Momenteel is het protocol om patiënten minimaal één nacht postoperatief ter observatie te houden. Een kortere opnameduur was derhalve niet mogelijk.

Een bijzondere tak van de eHealth is de telemonitoring, waarbij lichaamsmetingen op afstand gemonitord worden. Dit kan actief, waarbij een zorgprofessional actief de data bekijkt, of automatisch, waarbij met behulp van ingestelde afkapwaarden of

kunstmatige intelligentie een signaal of behandeladvies gegeven kan worden. Hoewel telemonitoring in dit proefschrift niet is onderzocht als manier om de opnameduur te verkorten, biedt dit hiertoe wel mogelijkheden, zowel klinisch als poliklinisch⁸¹⁻⁸⁴. Een voorbeeld van een monitoring-apparaat is de health-patch. Dit zijn pleisters die continue vitale parameters zoals ademhalingsfrequentie, hartslag en zuurstofspanning kunnen meten. Momenteel is er een trial (PEACH-trial) gaande waarbij patiënten direct na een bariatrische ingreep worden gemonitord in hun thuissituatie met een health-patch in plaats van klinische opname⁸³. Resultaten van deze trial, en vergelijkbare onderzoeken, zullen de komende jaren uitsluitsel geven of telemonitoring een veilige en effectieve manier is op de opnameduur na (bariatrische) chirurgie te verkorten.

De waarde van eHealth met betrekking tot het versnellen van de werkhervatting is, voor zo ver bekend, niet eerder onderzocht onder de bariatrische populatie. Eerder onderzoek onder een gynaecologische patiëntengroep die een laparoscopische operatie ondergingen toonde een snellere postoperatieve werkhervatting bij toevoeging van eHealth⁸⁵⁻⁸⁶. Resultaten van de BePatient trial toonden echter geen verschil tussen de interventiegroepen. Meerdere verklaringen kunnen hiervoor gegeven worden. De impact en consequenties van de operatie en postoperatieve fase zijn mogelijk niet vergelijkbaar tussen de bariatrische en gynaecologische populatie. Daarnaast was het patiëntenplatform niet specifiek gericht op patiënten sneller terug te laten werken. Het ontwikkelen van een werkhervattingschema of tips rondom werkhervatting zouden mogelijk dit effect wel kunnen geven. Hier liggen nog onbeantwoorde vragen en kansen voor toekomstig onderzoek aangezien een snellere werkhervatting economische voordelen oplevert.

Het voordeel van eHealth met betrekking tot het verkorte van de opnameduur en ziekteverlof kon niet worden aangetoond met de resultaten beschreven in dit proefschrift. Wetenschappelijke literatuur toont wel een positief effect aan in andere disciplines van de gezondheidszorg. Toekomstige onderzoeken moet aantonen of er inderdaad geen toegevoegde waarde na bariatrische chirurgie is. Een relatief nieuw en veelbelovende modaliteit binnen de eHealth zijn de telemonitoring-apparaten. De komende jaren zal blijken of dit een toevoeging kan zijn aan de bariatrische zorg. Daarnaast liggen er mogelijkheden voor toekomstig onderzoek om eHealth modules welke gericht zijn op het verkorte van het ziekteverlof te ontwikkelen.

Kwaliteit van leven

Naast dat obesitas een grote ziektelast met zich mee brengt, is het ook geassocieerd met een slechtere kwaliteit van leven en mentale aandoeningen⁸⁷⁻⁹⁰. Gewichtsverlies

onder mensen met obesitas doet deze kwaliteit van leven echter stijgen, voornamelijk na bariatrische chirurgie⁸⁸. Daarnaast heeft postoperatieve psychologische hulp een positief effect op de kwaliteit van leven⁹¹. Derhalve werd de hypothese gesteld dat eHealth een bijdragende factor kan zijn in het verhogen van de postoperatieve kwaliteit van leven. Onderzoeksresultaten van de BePatient-trial bevestigen deze hypothese niet. Ondanks de sterke stijging van kwaliteit van leven in alle domeinen was er geen verschil aantoonbaar tussen de controle en interventiegroepen. Enkele verklaringen kunnen hiervoor gegeven worden. De enorme stijging van kwaliteit van leven die door het effect van de operatie wordt bereikt, zorgt er wellicht voor dat eventuele kleine verschillen in kwaliteit van leven door de toevoeging van eHealth niet statistisch aantoonbaar zijn. De onderzoeksgrootte was niet op deze secundaire uitkomstmaat berekend. Een andere verklaring is dat er geen content beschikbaar op het patiëntenplatform die specifiek ontworpen was voor het vergroten van de kwaliteit van leven. Onderzoeken die analyseren wat de postoperatieve kwaliteit van leven beïnvloedt zijn schaars echter er zijn aanwijzingen dat verwachttingsmanagement en psychologische hulp een invloed kunnen hebben op postoperatieve mentale gezondheid⁹¹⁻⁹². De ontwikkeling en beoordeling van effectiviteit van zulke eHealth modules zal in toekomstige onderzoek geanalyseerd moeten worden.

Telemonitoring en data-tracking

Zoals reeds genoemd: nieuwe technologie kunnen ook gebruikt worden voor het op afstand monitoren en ondersteunen van patiënten. Het voorbeeld van het gebruik van health-patches werd eerder gegeven. In dit proefschrift werd een exploratieve studie besproken waarbij een aantal bariatrische patiënten en hun familie werden ondersteund door datatracker in de thuissituatie⁹³. Therapietrouw en commitment zijn factoren die een succesvolle bariatrische ingreep kunnen beïnvloeden echter kan het soms moeilijk zijn om dit in de spreekkamer te achterhalen. Doktoren en andere zorgprofessionals hebben slechts beperkte middelen en tijd om tijdens een consult te achterhalen wat de verklaring is van eventuele achterblijvende gewichtsafname of zelfs gewichtsstijging. Daarnaast kunnen patiënten onbewust gedrag vertonen wat een negatieve effect heeft op het gewichtspatroon. Het exploratieve onderzoek leverde een aantal voorbeelden op waarbij datatracker dergelijk gedrag en interventiemogelijkheden blootlegden. Hoewel er een aantal limitaties te noemen zijn bij deze manier van telemonitoring, zoals privacy, overmaat aan data en opschalingsproblemen, zijn deze resultaten wel veelbelovend. Deze vorm van eHealth kan leiden tot zogenaamde 'tailored'-zorg. Dit wil zeggen: aangepast op het individu, en daardoor mogelijk effectiever^{36,94-95}. Of deze manier van ondersteuning van patiënten een plek krijgt binnen het bariatrische zorgpad, moet de komende jaren blijken uit onderzoek.

Trends in de bariatrische chirurgie

De bariatrische zorg is een dynamische en snel groeiende speler binnen de gezondheidszorg. De alarmerende groei van het wereldwijd overgewicht heeft er toe geleid dat nieuwe operatie- en behandeltechnieken zich afwisselen en dat de bariatrische literatuur alsmaar uitbreidt. Gedurende de ontwikkelingen van de BePatient-trial en dit proefschrift kwamen een aantal trends aan het licht.

Een trend in verschuiving van leeftijden van de bariatrische populatie werd waargenomen. Zoals bovenstaand beschreven, werd een verschuiving naar een oudere populatie binnen een groot Nederlands obesitascentrum gezien. Meerdere verklaringen voor deze retrospectieve bevinding zijn: toename in levensverwachting, prevalentie van obesitas onder ouderen, relatieve over-representatie van ouderen en een afname van terughoudendheid om bij ouderen voor een bariatrische ingreep te kiezen⁹⁶. In het laatste decennium zijn tal van onderzoek gepubliceerd die suggereren dat bariatrische chirurgie een veilig en effectieve behandeling is voor obesitas onder ouderen⁹⁷⁻¹⁰⁰. Er is zelfs literatuur beschikbaar over een cohort van bariatrische patiënten boven de 75 jaar¹⁰¹. Hoewel deze trend onderzocht is in één bariatrisch centrum is dit mogelijk ook zichtbaar in andere centra. Onderzoeken hierna ontbreken echter in de huidige literatuur.

Waar langere tijd de gastric bypass als meest uitgevoerde operatie gold, heeft de gastric sleeve dit overgenomen. Deze trend heeft er toe geleid dat tussen 2015 en 2018 wereldwijd het percentage uitgevoerde gastric sleeve operaties ongeveer 59% was, tegenover 31% gastric bypass¹⁰². Traditioneel wordt de effectiviteit van een bariatrische ingrepen uitgedrukt in postoperatief gewichtsverlies. Echter, zoals eerder aangegeven, is kwaliteit van leven onder mensen met obesitas vaak slecht en kan derhalve gezien worden als een belangrijke alternatieve uitkomstmaat^{21,87-92}. Onderzoeken die het verschil in effectiviteit tussen de gastric sleeve en bypass beoordelen, focussen echter vaak op gewichtsverlies en niet op kwaliteit van leven. Het retrospectieve onderzoek, beschreven in dit proefschrift, toont vergelijkbare postoperatieve kwaliteit van leven na beide ingrepen, met uitzondering van het fysiek functioneren domein¹⁰³. Deze bevinding wordt ook gezien in een groter, echter ook retrospectief, onderzoek welke tevens een significant verschil in algemene gezondheidsperceptie vond¹⁰⁴. Hierbij moet wel aangemerkt worden dat dit beide retrospectieve onderzoeken betreffen en dat preoperatieve verschillen een vertekend beeld kunnen geven omdat hierop de keuze van de operatie kan verschillen. Daarnaast is het onduidelijk of dit statistische verschil ook klinische relevantie heeft. In aanvulling hierop tonen recente systematische reviews en meta-analyses geen verschil tussen de operaties op de kwaliteit van

leven¹⁰⁵⁻¹⁰⁶. Concluderend wordt gesteld dat kwaliteit van leven fors verbeterd na zowel gastric sleeve als bypass maar het effect vergelijkbaar is tussen de twee procedures. Andere factoren moeten daarom doorslaggevend zijn voor de keuze tot een bepaalde type ingreep. Deze keuze moet tot stand komen door middel van informed consent tussen patiënt en het behandelteam.

Zoals eerder beschreven zijn de gastric sleeve en bypass veruit de meest uitgevoerde operaties. Echter, het palet aan bariatrische (revisie) ingrepen neemt toe. Het percentage revisiechirurgie is wisselend, variërend van 6 tot 28%¹⁰⁷⁻¹¹². Revisie chirurgie is het meest voorkomend na gastric banding, maar ook de revisie-percentages na gastric sleeve liggen hoog, varieert van 25 tot 36%¹¹¹⁻¹¹⁴. Indicaties voor revisie chirurgie zijn voornamelijk gewichtstoename maar ook terugkomen van comorbiditeiten en complicaties van de initiële chirurgie¹¹². Doordat zowel het aantal primaire ingrepen als patiënten met een langer follow-up stijgen, lijkt er ook een stijgende trend zichtbaar van het aantal revisie operaties^{107,110,112}. Een relatieve nieuwe operatie na primaire gastric sleeve is de Single Anastomosis Duodenal Ileostomy ofwel: SADI. Wanneer deze ingreep wordt uitgevoerd als revisie na een gastric sleeve wordt het proximale duodenum, net na de pylorus, aangesloten op het ileum, door middel van een duodeno-ileale anastomose. Hierbij bereikt men een restrictieve (gastric sleeve) en malabsorptieve (vermindering van de opnamecapaciteit door de omleiding) werking. Deze ingreep werd voor het eerst, als primaire operatie, beschreven in 2007¹¹⁵. Later werd deze operatie ook beschreven als revisie na gastric sleeve, als alternatief voor duodenal switch (DS) of bypass¹¹⁶. Gezien het een relatieve nieuwe operatie betreft, ontbreken lange termijn resultaten en is literatuur over korte termijn effecten en risico's schaars. Een vroege studie onder een klein groep patiënten liet veelbelovende resultaten zien¹¹⁶. Echter, onderzoeken die deze techniek vergeleken met gevestigde technieken ontbraken. De resultaten van het case-controle onderzoek beschreven in dit proefschrift tonen vergelijkbare resultaten met betrekking tot gewichtsverlies en perioperatieve complicaties¹¹⁷. Hiermee wordt geconcludeerd dat de SADI een veilig en effectief alternatief is. Deze bevindingen komen overeen met de beperkte, maar uitbreidende literatuur rondom deze nieuwe ingreep¹¹⁸. Recent zijn er een aantal onderzoeken beschikbaar gekomen met middellange en lange termijn resultaten. In een onderzoek was het gemiddeld percentage excessief gewicht (%EWL) meer dan 100% na 3 jaar en het %TWL na 10 jaar circa 34%¹¹⁹⁻¹²⁰. In een retrospectief onderzoek waarbij vergeleken werd tussen SADI en gastric bypass na primaire gastric sleeve, werd significant meer gewichtsverlies gezien in de SADI groep¹²⁰. In een recente, prospectieve cohort studie onder 42 patiënten wordt echter geen verschil aangetoond tussen de SADI en DS groep¹²¹. Concluderend is de SADI een veelbelovende procedure,

echter is huidige beschikbare literatuur onvoldoende om de definitieve plek van de SADI binnen de bariatrische zorg te consolideren. Lange-termijn en gerandomiseerde studies zullen moeten plaatsvinden.

De toekomst van eHealth en trends binnen de bariatrische chirurgie

De almaar uitbreidende wereldwijde digitalisatie zal ook de medische wereld infiltreren. Zorgprofessionals kunnen dit niet negeren en zullen de mogelijkheden moeten benutten die eHealth met zich mee brengt om zo bestaande therapieën te optimaliseren en nieuwe behandelingen te ontwikkelen. eHealth is echter een relatief nieuwe speler en dat brengt onzekerheden met zich mee. Zoals hierboven beschreven, is de effectiviteit van eHealth in de literatuur wisselend. De resultaten van de BePatient trial ondersteunen toegevoegde waarde van eHealth bij bariatrische chirurgie niet. Dit betekent echter niet dat eHealth geen plaats heeft binnen de bariatrie. De resultaten beschreven in dit proefschrift hebben limitaties, hebben waardevolle lessen gegeven en geven richting aan toekomstig onderzoek. In deze sectie wordt ingegaan op de toekomstperspectieven van eHealth, zowel binnen als buiten de bariatrie.

De resultaten van de BePatient trial verworpen de hypothese dat een eHealth platform en zelfmeting apparaten in aanvulling op de standard zorg gezondheidsparameters verbeterden. In de zoektocht naar verklaringen hiervoor werden reeds eerder enkele limitaties besproken. Een te korte follow-up duur zou hiervoor een verklaring kunnen zijn. Het is mogelijk dat eHealth pas waardevol wordt nadat het effect van de operatie minder wordt, of wanneer het standaard follow-up programma minder uitvoerig wordt. Toekomstige onderzoeken zullen daarom naar een minimale follow-up van drie jaar, of zelfs langer, moeten kijken. Daarnaast werd in de trial gekeken naar eHealth als aanvulling op standaard zorg en niet naar vervanging daarvan. Een recent literatuuroverzicht toonde aan dat eHealth vaak even effectief was als standard zorg, en soms zelfs beter⁴⁴. Dit zou kunnen betekenen dat eHealth in sommige gevallen bepaalde delen van het pre- en postoperatieve traject kunnen vervangen. Bijvoorbeeld als vervanging van een afspraak bij de chirurg, psycholoog of diëtist. Het verlagen van het aantal afspraken kan de druk op de zorg verminderen en kosten verlagen. Daarnaast kan eHealth een rol spelen bij het verkorten van ziekteverlof na een operaties, zoals aangetoond bij vergelijkbare chirurgische ingrepen. Deze hypothese kon tevens niet worden bevestigd door de resultaten van de trial. Een verklaring hiervoor is dat de content op het platform niet gericht was op dit doel. Toekomstige onderzoeken die het effect van eHealth in bariatrische chirurgie beoordelen, moeten focussen op de lange

termijn, beoordelen of het zorg kan vervangen en bekijken of speciaal ontwikkelde content patiënten beter kan voorbereiden op de eerste weken na de operatie.

Een behandeling kan enkel effectief zijn als het de plaats van bestemming bereikt. eHealth interventies hebben de potentie om een groot aantal mensen te bereiken. Dit wordt geconcludeerd door vele onderzoeken en wordt bevestigd door de resultaten van het retrospectieve onderzoek en de trial, beschreven in deze thesis. Na de introductie van het patiëntenplatform in een groot obesitas centrum in Nederland werd dit succesvol geïntegreerd in de bestaande workflow. Zowel zorgprofessionals als patiënten gaven aan dit als welkome toevoeging op de zorg te ervaren. Het blijkt echter lastig om dit gevoel te vangen of aan te tonen. De resultaten van de BePatient trial toonden namelijk geen verschillen in tevredenheid tussen de interventiegroepen. Patiënttevredenheid, -betrokkenheid en -beleving zijn, naast klinische uitkomsten, belangrijke graadmeters voor de kwaliteit van de zorg¹²². Een voorbeeld waarbij eHealth de patiënttevredenheid kan verhogen zijn modules waarbij patiënten zelf afspraken in kunnen plannen of medicatie kunnen bestellen. Een review toonde dat het aanbieden van een online afsprakenplanner voordeel kan geven bij het verlagen van het aantal no-shows, verlagen van de werkdruk, verlagen van de wachttijd en het verhogen van patiënttevredenheid¹²³. Zoals eerder besproken is het van groot belang dat een eHealth module gemakkelijk en intuïtief te gebruiken is. Patiënten zullen hiervoor betrokken moeten worden. Modules moeten ontwikkeld worden op basis van verwachtingen en behoeften van de gebruikers. Deze ontwikkelingen moeten vervolgens worden beoordeeld op hun klinische werking, maar ook op patiënttevredenheid en -beleving. Een onderdeel hiervan is kwaliteit van leven. Hoewel de BePatient trial geen verschil aantoonde in kwaliteit van leven met een gevalideerde en veel gebruikte vragenlijst, is deze vragenlijst niet specifiek voor bariatrische chirurgie. Toekomstige onderzoeken zullen moeten aantonen of eHealth een welkome toevoeging is voor patiënten. Daarnaast is het ontwikkelen en gebruiken van een obesitas-specifieke kwaliteit van leven vragenlijst geïndiceerd.

Telemonitoring is een subcategorie van eHealth en heeft de potentie om de gezondheidszorg op korte termijn radicaal te veranderen. Bijvoorbeeld door het monitoren van vitale functies met behulp van een health-patch waardoor mogelijk de opnameduur kan worden verkort, tot zelfs ontslag op de operatiedag. Telemonitoring heeft buiten de bariatrische chirurgie al laten zien dat het de opnameduur kan verkorten. Momenteel wordt er gerandomiseerd onderzoek uitgevoerd die de waarde van telemonitoring met health-patches beoordeelt na bariatrische chirurgie. Gegevens hiervan zullen de komende jaren verwacht worden. Daarnaast kan telemonitoring in de

huishoudens van bariatrische patiënten problemen en potentiële behandelopties blootleggen die verborgen waren gebleven tijdens regulieren follow-up afspraken. Deze voorbeelden tonen de mogelijkheden die eHealth heeft op het ontwikkelen van eHealth modules die, zonder continue toezicht van een zorgprofessional, patiënten kunnen ondersteunen in hun behandeling.

De uitrol van eHealth moet in een breder kader worden gezien. eHealth omvat een groot palet aan modaliteiten die door middel van digitale of elektronische communicatie- of informatiemiddelen bijdragen aan de gezondheidszorg. Dit omvat zaken zoals informatieve websites over een specifiek ziektebeeld tot aan commerciële electrocardiografische smartwatches. Tegenwoordig maken steeds meer ziekenhuis gebruik van de voordelen van de hoge bereikbaarheid van eHealth. Een voorbeeld is een patiëntenportaal, waar patiënten hun dossier en onderzoeksresultaten in kunnen kijken. Waarschijnlijk zal dit de komende jaren verder ontwikkelen en worden geïntegreerd in de dagelijkse praktijk, geleid door de behoeften en voorkeuren van patiënten en andere belanghebbenden. Men kan hierbij denken aan systemen waarbij patiënten alvast hun gezondheidsgegevens en klachten in kunnen voeren vóór een intakeconsult waardoor kostbare tijd en daardoor kosten bespaard worden. Een andere mogelijkheid is om zelfmeting-apparaten te integreren in ziekenhuissystemen. Denk hierbij aan gegevens uit smartwatches, weegschalen, CPAP-machines en glucose-spiegels. Patiënten moeten de mogelijkheid krijgen om digitaal vragen te stellen aan hun behandeld arts of afspraken te plannen of verzetten. Deze voorbeelden zullen leiden tot het verder individualiseren van de zorg. Belangrijke voorwaarden voor het daadwerkelijk gebruik van deze eHealth modaliteiten zijn gemakkelijke bereikbaarheid, een intuïtief design en gegarandeerde veilige data overdracht.

Rekenkracht en dataopslag zijn exponentieel gegroeid de laatste decennia, zoals voorspeld door de wet van Moore in 1965¹²⁴. Intelligente systemen hebben het mogelijk gemaakt om immense hoeveelheden data te verwerken. Kunstmatige intelligentie en machine-learning zijn veelbelovend in het ondersteunen van klinici, in sommige gevallen zelfs beter¹²⁵. Deze snelle ontwikkelingen in rekenkracht en dataverwerking maken het mogelijk om intelligente systemen te ontwikkelen die kunnen helpen in het diagnosticeren en het bedenken van geïndividualiseerde zorg door het combineren van data uit verschillende bronnen, zoals draagbare apparaten, medische voorgeschiedenis en diagnostische onderzoeken. De rol hiervan op de korte termijn is nog onduidelijk maar zal ongetwijfeld een rol gaan spelen in de toekomst. De integratie hiervan in de dagelijkse praktijk zal echter een aantal obstakels hebben. Denk hierbij aan wettelijke regelingen, bestaande protocollen, moeizame integratie in

bestaande elektronische ziekenhuissystemen, educatie van personeel en kosten. Deze hordes kunnen mogelijk de verspreiding en integratie binnen de dagelijkse praktijk vertragen¹²⁶.

De trend in toename van oudere bariatrische patiënten en het verschuiven van de gastric bypass naar sleeve als meest uitgevoerde procedure zal zich de komende jaren stabiliseren. De plaats van de SADI binnen de revisiechirurgie is veelbelovend en vergelijkbaar, en soms beter, dan bestaande opties. Echter de literatuur rondom deze ingreep is nog schaars en derhalve onzeker. Daarnaast wordt het spectrum aan bariatrische ingrepen nog altijd uitgebreid en gaat de zoektocht naar de optimale bariatrische therapie door. Methodologisch goede en gerandomiseerde onderzoeken zullen de komende jaren de plaats van de SADI binnen de bariatrische chirurgie moeten consolideren.

Concluderend, de ontwikkelingen en verspreiding van eHealth binnen de gezondheidszorg zijn onomstotelijk. De toegevoegde waarde van eHealth binnen de bariatrische chirurgie werd niet bevestigd door de BePatient trial. De resultaten beschreven in dit proefschrift tonen echter wel het grote bereik van eHealth, geven waardevolle lessen, en identificeren kansen en tekortkomingen in het huidige gebruik van eHealth. Dit proefschrift draagt bij aan de kleine, maar uitbreidende, literatuur rondom het gebruik van eHealth en geeft suggesties voor toekomstige onderzoeken en de ontwikkeling van nieuwe eHealth modules, bruikbaar in alle domeinen van de gezondheidszorg.

References

1. World Health Organization (WHO). Obesity and overweight. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Published on June 9, 2021. Accessed on March 25, 2022.
2. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Overgewicht. Published on March, 2022. Accessed March 25, 2022. <https://www.vzinfo.nl/overgewicht#node-overgewicht-volwassenen>
3. Haslam DW, James WPT. Obesity. *Lancet* 2005;366:1197–209.
4. Colquitt JL, Pickett K, Loveman E, Frampton GK. Surgery for weight loss in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;(8):CD003641.
5. Karmali S, Brar B, Shi X, Sharma AM, de Gara C, Birch DW. Weight recidivism post-bariatric surgery: a systematic review. *Obes Surg*. 2013;23(11):1922-33.
6. Kim HJ, Madan A, Fenton-Lee D. Does patient compliance with follow-up influence weight loss after gastric bypass surgery? A systematic review and meta-analysis. *Obes Surg*. 2014;24(4):647-51.
7. McVay MA, Friedman KE, Applegate KL, Portenier DD. Patient predictors of follow-up care attendance in Roux-en-Y gastric bypass patients. *Surg Obes Relat Dis*. 2013;9(6):956-62.
8. Di Lorenzo N, Antoniou SA, Batterham RL, et al. Clinical practice guidelines of the European Association for Endoscopic Surgery (EAES) on bariatric surgery: update 2020 endorsed by IFSO-EC, EASO and ESPCOP. *Surg Endosc*. 2020;34(6):2332-58.
9. Federatie Medisch Specialisten, NVVH. Chirurgische behandeling van obesitas. Revised on October, 2020 Oct. Accessed March 24, 2022.
10. Mechanick JI, Apovian C, Brethauer S, et al. Clinical practice guidelines for the perioperative nutrition, metabolic, and nonsurgical support of patients undergoing bariatric procedures - 2019 update: cosponsored by American association of clinical endocrinologists/American college of endocrinology, the obesity society, American society for metabolic & bariatric surgery, obesity medicine association, and American society of anesthesiologists - executive summary. *Endocr Pract*. 2019;25(12):1346-59.
11. Hallensleben C., van Luenen S., Rolink E., Ossebaard H. C., Chavannes N. H. eHealth for people with COPD in the Netherlands: a scoping review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2019;14:1681–90.
12. Greenwood DA, Gee PM, Fatkin Klet al. A systematic review of reviews evaluating technology- enabled diabetes self-management education and support. *J Diabetes Sci Technol* 2017; 11: 1015–27.
13. Jackson BD, Gray K, Knowles SR, De Cruz P. EHealth technologies in inflammatory bowel disease: a systematic review. *J Crohns Colitis*. 2016;10:1103–21.
14. Seiler A, Klaas V, Tröster G, Fagundes CP. eHealth and mHealth interventions in the treatment of fatigued cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *Psycho-Oncol*. 2017;26(9):1239–53.
15. Wang Y, Min J, Khuri J, et al. Effectiveness of Mobile Health Interventions on Diabetes and Obesity Treatment and Management: Systematic Review of Systematic Reviews. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020;8(4):e15400.
16. Swinburn BA, Sacks G, Hall KD, et al. The global obesity pandemic: shaped by global drivers and local environments. *Lancet*. 2011;378(9793):804-14.
17. Guh DP, Zhang W, Bansback N, Amarsi Z, Birmingham CL, Anis AH. The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health* 2009;9: 88.
18. Whitlock G, Lewington S, Sherliker P, et. al. Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet* 2009;373:1083-96.
19. Olshansky SJ, Passaro DJ, Hershow RC, et al. A potential decline in life expectancy in the United States in the 21st century. *N Engl J Med*. 2005; 352: 1138–45.
20. Bleich S, Cutler D, Murray C, Adams A. Why is the developed world obese? *Annu Rev Public Health*. 2008;29:273–95.
21. Hecker J, Freijer K, Hiligsmann M, Evers SMAA. Burden of disease study of overweight and obesity; the societal impact in terms of cost-of-illness and health-related quality of life. *BMC Public Health*. 2022;22(1):46.
22. Speakman JR. Obesity: the integrated roles of environment and genetics. *J Nutr*. 2004;134(8 Suppl):2090S-105S.

23. Speakman JR. Obesity: the integrated roles of environment and genetics. *J Nutr.* 2004;134(8 Suppl):2090S-105S.
24. Benton D. Portion size: what we know and what we need to know. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2015;55(7):988-1004.
25. Strasser B, Spreitzer A, Haber P. Fat loss depends on energy deficit only, independently of the method for weight loss. *Ann Nutr Metab.* 2007;51(5):428-32.
26. Cutler DM, Edwards EL, Shapiro JM. 2003. Why have Americans become more obese? *J. Econ. Perspect.* 17:93-118
27. McCrory MA, Suen VM, Roberts SB. Biobehavioral influences on energy intake and adult weight gain. *J Nutr.* 2002;132(12):3830S-4S
28. Stunkard AJ, Berkowitz RI, Stallings VA, Schoeller DA. Energy intake, not energy output, is a determinant of body size in infants. *Am J Clin Nutr.* 1999;69(3):524-30.
29. Dutch Ministry of Health, Welfare and Sport. Nationaal Preventie Akkoord. The Hague, the Netherlands; 2018.
30. Faria GR. A brief history of bariatric surgery. *Porto Biomed J.* 2017;2:90-2,
31. Welbourn R, Hollyman M, Kinsman R, et al. Bariatric Surgery Worldwide: Baseline Demographic Description and One-Year Outcomes from the Fourth IFSO Global Registry Report 2018. *Obes Surg.* 2019;29(3):782-95.
32. Iannelli A, Dainese R, Piche T, Facchiano E, Gugenheim J. Laparoscopic sleeve gastrectomy for morbid obesity. *World J Gastroenterol.* 2008;14(6):821-7.
33. Mason EE, Ito C. Gastric bypass in obesity. *Surg Clin North Am.* 1967;47(6):1345-51.
34. Perez MV, Mahaffey KW, Hedlin H, et al. Large-Scale Assessment of a Smartwatch to Identify Atrial Fibrillation. *N Engl J Med.* 2019;381(20):1909-17.
35. Oh H, Rizo C, Enkin M, Jadad A. What is eHealth (3): a systematic review of published definitions. *J Med Internet Res.* 2005;7(1):e1.
36. Raaijmakers LC, Pouwels S, Berghuis KA, Nienhuijs SW. Technology-based interventions in the treatment of overweight and obesity: A systematic review. *Appetite.* 2015;95:138-51.
37. Sorgente A, Pietrabissa G, Manzoni GM, et al. Web-Based Interventions for Weight Loss or Weight Loss Maintenance in Overweight and Obese People: A Systematic Review of Systematic Reviews. *J Med Internet Res.* 2017;19(6):e229.
38. Rumbo-Rodríguez L, Sánchez-SanSegundo M, Ruiz-Robledillo N, Albaladejo-Blázquez N, Ferrer-Cascales R, Zaragoza-Martí A. Use of Technology-Based Interventions in the Treatment of Patients with Overweight and Obesity: A Systematic Review. *Nutrients.* 2020;12(12):3634.
39. Messiah SE, Sacher PM, Yudkin J, et al. Application and effectiveness of eHealth strategies for metabolic and bariatric surgery patients: A systematic review. *Digit Health.* 2020;6:2055207619898987.
40. Corcelles R, Boules M, Froylich D, et al. Total Weight Loss as the Outcome Measure of Choice After Roux-en-Y Gastric Bypass. *Obes Surg.* 2016;26(8):1794-8.
41. van Rijswijk AS, van Olst N, Schats W, van der Peet DL, van de Laar AW. What Is Weight Loss After Bariatric Surgery Expressed in Percentage Total Weight Loss (%TWL)? A Systematic Review. *Obes Surg.* 2021;31(8):3833-47.
42. Versteegden DPA, Van Himbeek MJJ, van Hout GCM, Aarts MPW, van Heugten LMAM, Nienhuijs SW. Early Results of a Comparative Study of eHealth in Bariatric Surgery. *World J Surg Surgical Res.* 2021;4:1341
43. Versteegden DPA, Van Himbeek MJJ, Luyer MD, Monfort G, de Zoete JPJGM, Smulders JF, Nienhuijs SW. Randomized clinical trial evaluating different levels of eHealth in bariatric surgery. In review.
44. Wright C, Mutsekwa RN, Hamilton K, Campbell KL, Kelly J. Are eHealth interventions for adults who are scheduled for or have undergone bariatric surgery as effective as usual care? A systematic review. *Surg Obes Relat Dis.* 2021;17(12):2065-80.
45. Lauti M, Kularatna M, Pillai A, Hill AG, MacCormick AD. A randomised trial of text message support for reducing weight regain following sleeve gastrectomy. *Obes Surg* 2018;28:2178-86.
46. Padwal RS, Klarenbach S, Sharma AM, et. al. The evaluating self-management and educational support in severely obese patients awaiting multidisciplinary bariatric care (EVOLUTION) trial: principal results. *BMC Med* 2017;15:46.

47. Wang CD, Rajaratnam T, Stall B, Hawa R, Sockalingam S. Exploring the effects of telemedicine on bariatric surgery follow-up: a matched case control study. *Obes Surg*. 2019;29:2704-6.
48. Cassin S, Leung S, Hawa R, Wnuk S, Jackson T, Sockalingam SJN. Food addiction is associated with binge eating and psychiatric distress among post-operative bariatric surgery patients and may improve in response to cognitive behavioural therapy. *Nutrients* 2020;12:2905
49. Vilallonga R, Lecube A, Fort JM, Boleko MA, Hidalgo M, Armengol M. Internet of things and bariatric surgery follow-up: comparative study of standard and IoT follow-up. *Minim Invasive Ther Allied Technol*. 2013;22:304-11.
50. Wild B, Hünne Meyer K, Sauer H, et. al. A 1-year videoconferencing-based psychoeducational group intervention following bariatric surgery: results of a randomized controlled study. *Surg Obes Relat Dis* 2015;11:1349-60.
51. Mangieri CW, Johnson RJ, Sweeney LB, Choi YU, Wood JC. Mobile health applications enhance weight loss efficacy following bariatric surgery. *Obes Res Clin Pract* 2019;13:176-9.
52. Monfared S, Martin A, Gupta K et al. Web-based educational seminars compare favorably with in-house seminars for bariatric surgery patients. *Obes Surg*. 2019;29(3):878-81.
53. Jakicic JM, Davis KK, Rogers RJ, et al. Effect of Wearable Technology Combined With a Lifestyle Intervention on Long-term Weight Loss: The IDEA Randomized Clinical Trial [published correction appears in *JAMA*. 2016 Oct 11;316(14):1498]. *JAMA*. 2016;316(11):1161-71.
54. Maciejewski ML, Arterburn DE, Van Scoyoc L, et al. Bariatric Surgery and Long-term Durability of Weight Loss. *JAMA Surg*. 2016;151(11):1046-55.
55. Sjöström L, Lindroos AK, Peltonen M, et al; Swedish Obese Subjects Study Scientific Group. Lifestyle, diabetes, and cardiovascular risk factors 10 years after bariatric surgery. *N Engl J Med*. 2004;351(26):2683-93.
56. van de Laar AW, Nienhuijs SW, Apers JA, van Rijswijk AS, de Zoete JP, Gadiot RP. The Dutch bariatric weight loss chart: A multicenter tool to assess weight outcome up to 7 years after sleeve gastrectomy and laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis*. 2019;15(2):200-10.
57. O’Kane M, Parretti HM, Hughes CA, et al. Guidelines for the follow-up of patients undergoing bariatric surgery. *Clin Obes*. 2016;6:210–24.
58. Sorgente A, Pietrabissa G, Manzoni GM, et al. Web-Based Interventions for Weight Loss or Weight Loss Maintenance in Overweight and Obese People: A Systematic Review of Systematic Reviews. *J Med Internet Res*. 2017;19(6):e229.
59. Beleigoli AM, Andrade AQ, Cançado AG, Paulo MN, Diniz MFH, Ribeiro AL. Web-Based Digital Health Interventions for Weight Loss and Lifestyle Habit Changes in Overweight and Obese Adults: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res*. 2019;21(1):e298.
60. Hutchesson MJ, Gough C, Müller AM, et al. eHealth interventions targeting nutrition, physical activity, sedentary behavior, or obesity in adults: A scoping review of systematic reviews. *Obes Rev*. 2021;22(10):e13295.
61. Versteegden DPA, Scheerhoorn J, Van Himbeek MJ, Smulders JF, de Hingh IH, Nienhuijs SW. The Value of an e-Health Platform in Bariatric Surgery: A Retrospective Study on the Impact on Weight Loss. *Telemed J E Health*. 2021;27(11):1241-8.
62. Bradley LE, Forman EM, Kerrigan SG, et al. Project HELP: a Remotely Delivered Behavioral Intervention for Weight Regain after Bariatric Surgery. *Obes Surg*. 2017;27:586–98.
63. Coldebella B, Armfield NR, Bambling M, Hansen J, Edirippulige S. The use of telemedicine for delivering healthcare to bariatric surgery patients: A literature review. *J Telemed Telecare*. 2018;24(10):651-60.
64. Baillot A, Boissy P, Tousignant M. Feasibility and effect of in-home physical exercise training delivered via telehealth before bariatric surgery. *J Telemed Telecare* 2017; 23: 529–35.
65. Morrow E, Bruce DM, Bruce E. Post surgical review of bariatric surgery patients: a feasibility study of multidisciplinary follow up using videoconferencing. *Clin Pract Epidemiol Ment Health* 2011;7:84–8.
66. Mundi MS, Lorentz PA, Grothe K. Feasibility of smartphone-based education modules and ecological momentary assessment/intervention in pre-bariatric surgery patients. *Obes Surg*. 2015;25:1875–81.
67. Sudan R, Salter M, Lynch T. Bariatric surgery using a network and teleconferencing to serve remote patients in the Veterans Administration Health Care System: Feasibility and results. *Am J Surg* 2011; 202:71–6.

68. Tenhagen M, van Ramshorst GH, Demirkiran A, Hunfeld MA, Cense HA. Perioperative Online Weight Monitoring in Bariatric Surgery with a Digital Internet-Connected Scale. *Obes Surg.* 2016;26(5):1120-6.
69. Nijland LMG, van Veen RN, Ruys AT, van Veldhuisen CL, Geerdink TH, de Castro SMM. Feasibility of Postoperative Home Monitoring Using Video Consultation and Vital Sign Monitoring of Bariatric Patients. *Obes Surg.* 2020;30(6):2369-74..
70. Strudwick G, Sockalingam S, Kassam I, et. al. Digital interventions to support population mental health in Canada during the COVID-19 pandemic: rapid review. *JMIR Ment Health.* 2021;8(3):e26550.
71. Barney A, Buckelew S, Mesheriakova V, Raymond-Flesch M. (2020). The COVID-19 pandemic and rapid implementation of adolescent and young adult telemedicine: challenges and opportunities for innovation. *J Adolesc Health.* 2020;67(2):164-71.
72. Wagner B, Schulz W, Knaevelsrud C. Efficacy of an Internet-based intervention for posttraumatic stress disorder in Iraq: a pilot study. *Psychiatry Res.* 2012;195(1-2):85-8.
73. Choi NG, DiNitto DM. The digital divide among low-income homebound older adults: internet use patterns, eHealth literacy, and attitudes toward computer/internet use. *J Med Internet Res.* 2013;15(5):e93.
74. Romero-Corral A, Caples SM, Lopez-Jimenez F, Somers VK. Interactions between obesity and obstructive sleep apnea: implications for treatment. *Chest.* 2010;137(3):711-9.
75. Howard BV, Ruotolo G, Robbins DC. Obesity and dyslipidemia. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2003;32(4):855-67.
76. Zhang N, Maffei A, Cerabona T, Pahuja A, Omana J, Kaul A. Reduction in obesity-related comorbidities: is gastric bypass better than sleeve gastrectomy?. *Surg Endosc.* 2013;27(4):1273-80.
77. Han Y, Jia Y, Wang H, Cao L, Zhao Y. Comparative analysis of weight loss and resolution of comorbidities between laparoscopic sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass: A systematic review and meta-analysis based on 18 studies. *Int J Surg.* 2020;76:101-10.
78. Lin MH, Yuan WL, Huang TC, Zhang HF, Mai JT, Wang JF. Clinical effectiveness of telemedicine for chronic heart failure: a systematic review and meta-analysis. *J Investig Med.* 2017;65(5):899-911.
79. Bohingamu Mudiyansele S, Stevens J, Watts JJ, et al. Personalised telehealth intervention for chronic disease management: A pilot randomised controlled trial. *J Telemed Telecare.* 2019;25(6):343-52.
80. Vesterby MS, Pedersen PU, Laursen M, et al. Telemedicine support shortens length of stay after fast-track hip replacement. *Acta Orthop.* 2017;88(1):41-7.
81. Armaignac DL, Saxena A, Rubens M, et al. Impact of Telemedicine on Mortality, Length of Stay, and Cost Among Patients in Progressive Care Units: Experience From a Large Healthcare System. *Crit Care Med.* 2018;46(5):728-35.
82. Leenen J, Leerentveld C, van Dijk J, van Westreenen H, Schoonhoven L, Patijn G. Current Evidence for Continuous Vital Signs Monitoring by Wearable Wireless Devices in Hospitalized Adults: Systematic Review *J Med Internet Res.* 2020;22(6):e18636
83. Scheerhoorn J, van Ede L, Luyer MDP, Buise MP, Bouwman RA, Nienhuijs SW. Postbariatric EArly discharge Controlled by Healthdot (PEACH) trial: study protocol for a preference-based randomized trial. *Trials.* 2022;23(1):67.
84. Bashi N, Karunanithi M, Fatehi F, Ding H, Walters D. Remote Monitoring of Patients With Heart Failure: An Overview of Systematic Reviews. *J Med Internet Res.* 2017;19(1):e18.
85. Vonk Noordegraaf A, Anema JR, Mechelen W, et al. A personalised eHealth programme reduces the duration until return to work after gynaecological surgery: results of a multicentre randomised trial. *BJOG.* 2014;121(9):1127-35;
86. Bouwsma E, Huirne JA, van de Ven P, et al. Effectiveness of an internet-based perioperative care programme to enhance postoperative recovery in gynaecological patients: cluster controlled trial with randomised stepped-wedge implementation. *BMJ Open.* 2018;8(1):e017781.
87. Kolotkin RL, Meter K, Williams GR. Quality of life and obesity. *Obes Rev.* 2001;2(4):219-29.
88. Kolotkin RL, Andersen JR. A systematic review of reviews: exploring the relationship between obesity, weight loss and health-related quality of life. *Clin Obes.* 2017;7(5):273-89.
89. Miras AD, Al-Najim W, Jackson SN, et al. Psychological characteristics, eating behavior, and quality of life assessment of obese patients undergoing weight loss interventions. *Scand J Surg.* 2015;104(1):10-7.
90. Dawes AJ, Maggard-Gibbons M, Maher AR, et al. Mental Health Conditions Among Patients Seeking and Undergoing Bariatric Surgery: A Meta-analysis. *JAMA.* 2016;315(2):150-63.

91. Ristanto A, Caltabiano ML. Psychological Support and Well-being in Post-Bariatric Surgery Patients. *Obes Surg.* 2019;29(2):739-43.
92. Kubik JF, Gill RS, Laffin M, et al. The impact of bariatric surgery on psychological health. *J Obes.* 2013;2013:1-5.
93. Versteegden D, van Himbeek M, Burghoorn AW, et al. The Value of Tracking Data on the Behavior of Patients Who Have Undergone Bariatric Surgery: Explorative Study. *JMIR Form Res.* 2022;6(5):e27389. Published 2022 May 6.
94. Kreuter MW, Oswald DL, Bull FC, Clark EM. Are tailored health education materials always more effective than non-tailored materials? *Health Educ Res.* 2000;15(3):305-15.
95. Tate DF, Jackvony EH, Wing RR. A randomized trial comparing human e-mail counseling, computer-automated tailored counseling, and no counseling in an Internet weight loss program. *Arch Intern Med.* 2006;166(15):1620-5.
96. Versteegden DPA, Buise MP, Nienhuijs SW. Shift Towards Older Bariatric Patients. *Obes Surg.* 2018; 28(2):555-6.
97. van Rutte PW, Smulders JF, de Zoete JP, Nienhuijs SW. Sleeve gastrectomy in older obese patients. *Surg Endosc.* 2013;27(6):2014-9.
98. Nevo N, Eldar SM, Lessing Y, Sabo E, Nachmany I, Hazzan D. Sleeve Gastrectomy in the Elderly. *Obes Facts.* 2019;12(5):502-8.
99. Martín AS, Sepúlveda M, Guzman F, Guzmán H, Patiño F, Preiss Y. Surgical Morbidity in the Elderly Bariatric Patient: Does Age Matter? [published correction appears in *Obes Surg.* 2019 Jun 7;:]. *Obes Surg.* 2019;29(8):2548-52.
100. Giordano S, Victorzon M. Bariatric surgery in elderly patients: a systematic review. *Clin Interv Aging.* 2015;10:1627-35.
101. Nor Hanipah Z, Puchai S, Karas LA, et al. The Outcome of Bariatric Surgery in Patients Aged 75 years and Older. *Obes Surg.* 2018;28(6):1498-503.
102. Ramos A, Kow L, Brown W, Welbourn R, Dixon J, Kinsman R, Walton P. Fifth IFSO Global Registry Report 2019. Reading, United Kingdom: Dendrite; 2019.
103. Versteegden DPA, Van Himbeek MJJ, Nienhuijs SW. Improvement in quality of life after bariatric surgery: sleeve versus bypass. *Surg Obes Relat Dis.* 2018;14(2):170-4.
104. Poelmeijer YQM, van der Knaap ETW, Marang-van de Mheen PJ, et al. Measuring quality of life in bariatric surgery: a multicentre study. *Surg Endosc.* 2020;34(12):5522-32.
105. Hu Z, Sun J, Li R, et al. A Comprehensive Comparison of LRYGB and LSG in Obese Patients Including the Effects on QoL, Comorbidities, Weight Loss, and Complications: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Obes Surg.* 2020;30(3):819-27.
106. Matczak P, Mizera M, Lee Y, et al. Quality of Life After Bariatric Surgery-a Systematic Review with Bayesian Network Meta-analysis. *Obes Surg.* 2021;31(12):5213-23.
107. Poelmeijer YQM, Liem RSL, Nienhuijs SW. A Dutch Nationwide Bariatric Quality Registry: DATO. *Obes Surg.* 2018;28(6):1602-10.
108. Sudan R, Nguyen NT, Hutter MM, Brethauer SA, Ponce J, Morton JM. Morbidity, mortality, and weight loss outcomes after reoperative bariatric surgery in the USA. *J Gastrointest Surg.* 2015;19(1):171-9.
109. Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, et al. IFSO Worldwide Survey 2016: Primary, Endoluminal, and Revisional Procedures. *Obes Surg.* 2018;28(12):3783-94.
110. English WJ, DeMaria EJ, Hutter MM, et al. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery 2018 estimate of metabolic and bariatric procedures performed in the United States. *Surg Obes Relat Dis.* 2020;16(4):457-63.
111. Hjorth S, Näslund I, Andersson-Assarsson JC, et al. Reoperations After Bariatric Surgery in 26 Years of Follow-up of the Swedish Obese Subjects Study [published correction appears in *JAMA Surg.* 2019;154(4):368]. *JAMA Surg.* 2019;154(4):319-26.
112. Mirkin K, Alli VV, Rogers AM. Revisional Bariatric Surgery. *Surg Clin North Am.* 2021;101(2):213-22.
113. Felsenreich DM, Langer FB, Kefurt R, et al. Weight loss, weight regain, and conversions to Roux-en-Y gastric bypass: 10-year results of laparoscopic sleeve gastrectomy. *Surg Obes Relat Dis.* 2016;12(9):1655-62.

114. Arman GA, Himpens J, Dhaenens J, et al. Long-term (11+years) outcomes in weight, patient satisfaction, comorbidities, and gastroesophageal reflux treatment after laparoscopic sleeve gastrectomy. *Surg Obes Relat Dis.* 2016;12(10):1778–86.
115. Sánchez-Pernaute A, Rubio Herrera MA, Pérez-Aguirre E, et al. Proximal duodenal-ileal end-to-side bypass with sleeve gastrectomy: proposed technique. *Obes Surg.* 2007;17(12):1614-8.
116. Sánchez-Pernaute A, Rubio MÁ, Conde M, Arrue E, Pérez-Aguirre E, Torres A. Single-anastomosis duodenoileal bypass as a second step after sleeve gastrectomy. *Surg Obes Relat Dis.* 2015;11(2):351-5.
117. Ceha CMM, van Wezenbeek MR, Versteegden DPA, Smulders JF, Nienhuijs SW. Matched Short-Term Results of SADI Versus GBP After Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg.* 2018;28(12):3809-14.
118. Spinos D, Skarentzos K, Esagian SM, Seymour KA, Economopoulos KP. The Effectiveness of Single-Anastomosis Duodenoileal Bypass with Sleeve Gastrectomy/One Anastomosis Duodenal Switch (SADI-S/OADS): an Updated Systematic Review. *Obes Surg.* 2021;31(4):1790-800.
119. Sanchez-Pernaute A, Herrera MA, Perez-Aguirre ME, Talavera P, Cabrerizo L, Matia P, et al. Single anastomosis duodeno-ileal bypass with sleeve gastrectomy (SADI-S). One to three-year follow-up. *Obes Surg.* 2010;20(12):1720-6.
120. Dijkhorst PJ, Al Nawas M, Heusschen L, et al. Single Anastomosis Duodenoileal Bypass or Roux-en-Y Gastric Bypass After Failed Sleeve Gastrectomy: Medium-Term Outcomes. *Obes Surg.* 2021;31(11):4708-16.
121. Andalib A, Bouchard P, Alamri H, Bougie A, Demyttenaere S, Court O. Single anastomosis duodeno-ileal bypass with sleeve gastrectomy (SADI-S): short-term outcomes from a prospective cohort study. *Surg Obes Relat Dis.* 2021;17(2):414-24.
122. Prakash B. Patient satisfaction. *J Cutan Aesthet Surg.* 2010;3(3):151-5.
123. Zhao P, Yoo I, Lavoie J, Lavoie BJ, Simoes E. Web-Based Medical Appointment Systems: A Systematic Review. *J Med Internet Res.* 2017;19(4):e134.
124. Moore GE. Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics.* 1965;38:114–7.
125. Shalf J. The future of computing beyond Moore's Law. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci.* 2020;378(2166):20190061.
126. Davenport T, Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J.* 2019;6(2):94-8.

